

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. Januar 2004 (29.01.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/009371 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B42D 15/00

(74) Anwalt: KLUNKER, SCHMITT-NILSON, HIRSCH;
Winzererstrasse 106, 80797 München (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/007658

(22) Internationales Anmeldedatum:
15. Juli 2003 (15.07.2003)

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 32 786.6 18. Juli 2002 (18.07.2002) DE
102 47 591.1 11. Oktober 2002 (11.10.2002) DE

(71) Anmelder (*für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US*): GIESECKE & DEVRIENT GMBH [DE/DE];
Prinzregentenstrasse 159, 81677 MÜNCHEN (DE).

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (*nur für US*): PLASCHKA, Reinhard [DE/DE]; Lindenstrasse 6, 86949 Windach (DE).
DEPTA, Georg [DE/DE]; Ludwig-Thoma-Strasse 1, 85716 Unterschleißheim (DE).

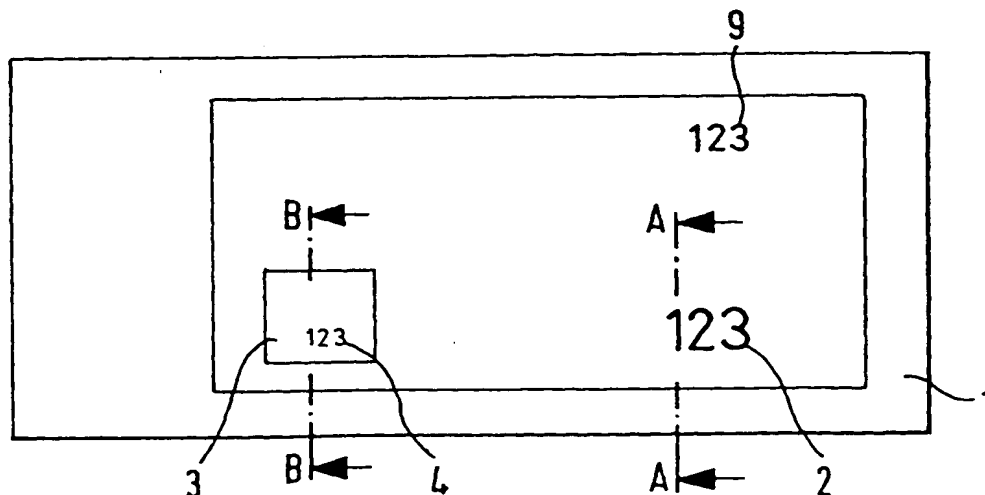
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SECURITY DOCUMENT

(54) Bezeichnung: WERTDOKUMENT



(57) Abstract: The invention relates to a security document (1) such as a banknote or the like, consisting of security paper. At least one perceptible marking (2), in the form of a relief structure, is produced in said security paper using a laser.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Wertdokument (1), wie z.B. eine Banknote oder dergleichen, das ein Sicherheitspapier aufweist. In dem Sicherheitspapier wird mittels eines Lasers wenigstens eine fühlbare Markierung (2) in Form einer Reliefstruktur erzeugt.

WO 2004/009371 A1

Wertdokument

Die Erfindung betrifft ein Wertdokument mit einem Sicherheitspapier und ein Sicherheitspapier mit einer taktil erfassbaren Markierung sowie ein Ver-
5 fahren zur Herstellung des Wertdokuments bzw. des Sicherheitspapiers.

Banknoten, Schecks, Fahrkarten, Eintrittskarten und andere Wertdokumente, insbesondere aus Papier, werden zum Zwecke der Fälschungssicherheit mit Sicherheitsmerkmalen ausgestattet, anhand deren die Echtheit der Wert-
10 dokumente überprüfbar ist.

In diesem Zusammenhang ist vorgeschlagen worden, Markierungen mittels Laserstrahlung auf einem Dokument aufzubringen, um dadurch eine irreversible und visuell leicht erfassbare Veränderung des Dokuments zu erzielen. So wird beispielsweise in der DE 28 36 529 C2 vorgeschlagen, mittels
15 eines geeignet gesteuerten Laserstrahls die Seriennummer aus einer Druckfarbschicht herauszubrennen. In der EP 0 918 649 B1 wird vorgeschlagen, die Identifikationsnummer durch örtliche Verringerung der Dokumentendicke mittels Laserätzung an anderer Stelle des Dokuments zu wiederholen. In den beiden vorgenannten Fällen wird also jeweils Material mit-
20 tels Laserstrahlung abgetragen.

Demgegenüber sehen andere Ansätze vor, das Substratmaterial mittels Laserstrahlung lediglich zu schwärzen. Um besonders gut lesbare und
25 kantenscharfe Markierungen zu erzielen, ist es auch bekannt, dem Papier Absorptionsmittel und Kohlenstoffbildner beizumischen, beispielsweise mikrovermahlene Kunststoffe (DE 197 32 860 A1).

Einen anderen Weg geht die DE 198 22 605 A1. Darin wird vorgeschlagen, die Papiersubstratoberfläche zunächst mit Laserenergie zu behandeln, um die Oberfläche strukturell zu verändern, und diese anschließend mit einer opaken Beschichtung zu versehen, beispielsweise durch Bedrucken, Lackieren und/oder Metallisieren. Das vorherige Verändern der Oberfläche führt bei der nachfolgend aufgetragenen Beschichtung zu einer erkennbaren Veränderung der Farbdichte, des Farborts, des Glanzes und/oder der Reflexion, wodurch ein sichtbares Sicherheitsmerkmal entsteht.

10 Bei den vorgenannten Sicherheitsmerkmalen handelt es sich jeweils um visuell erkennbare Sicherheitsmerkmale. Es besteht aber grundsätzlich ein Bedürfnis nach weiteren, neuen Sicherheitsmerkmalen, insbesondere auch nach Sicherheitsmerkmalen, die mit einem anderen Sinnesorgan wahrnehmbar sind, beispielsweise mit dem Tastsinn erfassbare, das heißt taktile Sicherheitsmerkmale.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein Wertaschwarz mit einem taktile erfassbaren Sicherheitsmerkmal und insbesondere ein Verfahren zur Herstellung eines solchen Sicherheitsmerkmals auf einem Wertaschwarz vorzuschlagen.

Diese Aufgabe wird durch die Merkmale der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand von Unteransprüchen.

25 Gemäß der Erfindung wird ein Wertaschwarz aus Sicherheitspapier mittels eines Lasers markiert, so dass eine fühlbare Markierung in Form einer Reliefstruktur entsteht.

Es hat sich gezeigt, dass bei entsprechender Abstimmung der Zusammensetzung des Sicherheitspapiers und der Beschriftungsparameter, wie Art des verwendeten Lasers, Laserleistung, Betriebsmodus des Lasers, Wellenlänge etc. im Sicherheitspapier eine reliefartige Struktur erreicht werden kann, die
5 taktile erfassbar ist.

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung der Erfindung führt die Lasermarkierung auch zu einem Farbumschlag oder einer Farbänderung des Sicherheitspapiers im markierten Bereich. Dies ermöglicht aufgrund des
10 deutlichen Kontrastes zur Umgebung eine einfache Überprüfung durch das menschliche Auge oder durch ein Bildverarbeitungsgerät. Die Art und der Farbton der Farbänderung hängt von der Zusammensetzung des verwendeten Sicherheitspapiers ab. Vorzugsweise werden für die erfindungsgemäßen Wertdokumente Sicherheitspapiere verwendet, bei welchen die Laserbe-
15 schriftung eine hellgraue bis schwarze Markierung erzeugt.

Dieser Farbumschlag bzw. Farbänderung kann durch geeignete Zusatzstoffe verstärkt werden, die in dem Sicherheitspapier enthalten sein können. Die Art der verwendeten Zusatzstoffe ist dabei von der Art des verwendeten
20 Lasers bzw. der verwendeten Laserwellenlänge abhängig. Denkbar sind Laserstrahlung absorbierende Zusätze, wie beispielsweise Ruß, thermochrome Stoffe, Laseririodine der Firma Merck oder aber auch Titandioxid.

Sofern diese Schwärzung des Sicherheitspapiers unerwünscht ist, kann das
25 Sicherheitspapier vor dem Beschriftungsvorgang nochmals befeuchtet werden. Dadurch verschwindet das graue bis schwarze Erscheinungsbild. Die Fühlbarkeit der Markierung wird dadurch nicht beeinträchtigt. Man erhält also eine visuell nicht oder nur kaum wahrnehmbare Markierung, die aber sehr wohl fühlbar ist.

Als Sicherheitspapier werden vorzugsweise Papiere verwendet, die zumindest Anteile an Fasern von Einjahrespflanzen, wie Baumwolle, Linters, Flachs oder Ähnliches, enthalten. Insbesondere eignen sich Sicherheitspapiere, die lediglich Baumwollfasern oder ein Gemisch aus Baumwollfasern und Kunststofffasern enthalten. Bevorzugt wird ein Kunststofffaseranteil von ca. 12 Gew.% bezogen auf das Gesamtgewicht des Sicherheitspapiers.

Besonders gute Ergebnisse werden bei Baumwoll-Velinpapier mit einer mittleren Faserlänge von 1 mm erreicht. Diese Papiere enthalten als Füllstoff TiO_2 , das bei einer Wellenlänge von 1064 nm absorbiert und insbesondere zur Einstellung der Opazität und der Unterdrückung von Lumineszenz-emissionen des Papiers eingesetzt wird. Als Leimung wird für diese Baumwoll-Velinpapiere vorzugsweise Poly-Venyl-Alkohol (PVA) verwendet.

Das Sicherheitspapier kann auch mehrschichtig ausgeführt sein. Beispielsweise kann das Sicherheitspapier aus zwei Papierschichten bestehen, zwischen welchen eine beliebige andere Schicht, wie eine Farbschicht, Metallschicht oder aufschäumbare Schicht, angeordnet ist. Die aufschäumbare Schicht unterstützt die Bildung der fühlbaren Markierung, durch den Laserstrahl. Derartige aufschäumbare Schichten können z.B. Schwarzpulver oder blowing agents, die unter Wärmeeinwirkung Gas entwickeln, oder auch Hohlkammerkugeln enthalten, die ein sich unter Wärmeeinwirkung ausdehnendes Gas enthalten. Diese aufschäumenden Zusatzstoffe können aber auch dem Papier direkt oder einer der Schichten eines mehrschichtigen Sicherheitspapiers zugesetzt werden. Alternativ ist auch ein Versetzen der Oberflächenleimung des Sicherheitspapiers mit diesen Zusatzstoffen möglich.

Für die Laserbeschriftung derartiger Sicherheitspapiere werden vorzugsweise gepulste Nd:YAG-Laser mit einer Wellenlänge von 1064 nm verwendet. Je nach gewünschter Reliefstruktur bzw. gewünschtem Grad der Schwärzung und/oder auch Strichstärke der darzustellenden Information
5 können andere Lasertypen und/oder Wellenlängen bzw. Beschriftungsparameter sinnvoll sein. So können beispielsweise auch frequenzverdoppelte bzw. frequenzverdreifachte Nd:YAG-Laser im gepulsten oder im Dauerstrichbetrieb verwendet werden. Auch CO₂- oder Excimer-Laser können Anwendung finden.

10

Bei Baumwoll-Velinpapieren werden vorzugsweise Nd:YAG-Laser bei der Grundwellenlänge von 1064 nm mit einer mittleren Leistung von 65 W und einer Modulationsfrequenz von ca. 10 kHz verwendet. Bei diesen Einstellungen beträgt die Geschwindigkeit, mit welcher der Laser über das Papier
15 bewegt wird, zwischen 330 und 1350 mm/s, wobei der Durchmesser des auf das Papier auftreffenden Laserstrahls ca. 120 µm beträgt. Die Geschwindigkeit kann jedoch noch weiter erhöht werden auf Werte bis zu 2700 mm/s. In diesem Fall muss allerdings die Modulationsfrequenz des Lasers auf ca. 12 kHz erhöht werden. Die Beschriftungsgeschwindigkeit hängt sehr stark
20 mit der notwendigen Flächenenergie für die Erzeugung einer fühlbaren Markierung zusammen. Bei unbehandelten Baumwoll-Velinpapieren liegt diese Flächenenergie bei wenigstens 0,31 J/mm². Dieser Wert kann jedoch durch entsprechende Zusätze im Papier verändert, insbesondere gesenkt werden, so dass höhere Beschriftungsgeschwindigkeiten möglich werden.

25

Die Höhe des fühlbaren Reliefs bezogen auf die Oberfläche des Wertdokuments hängt wiederum von der Beschriftungsgeschwindigkeit ab. Bei mittleren bis hohen Geschwindigkeiten lassen sich Reliefhöhen von 30 bis 80 µm erreichen. Bei langsamen Geschwindigkeiten können auch 100 µm Relief-

höhe realisiert werden. Hier muss daher ein Kompromiss aus erwünschter Reliefhöhe und wirtschaftlicher Beschriftungsgeschwindigkeit gewählt werden

- 5 Die Linienbreite und damit die Auflösung der fühlbaren Markierung wird nach oben durch den Durchmesser des Laserstrahls begrenzt. d.h, die Auflösung entspricht maximal dem Durchmesser des Laserstrahls. In vielen Anwendungen genügen jedoch Linienbreiten von ca. 200 bis 600 μm .
- 10 Die Markierungsparameter können auch so eingestellt werden, dass die Reliefstruktur innerhalb der Markierung unterschiedliche Reliefhöhen und/oder Schwärzungsgrade aufweist. Die erzeugbare Reliefhöhe kann dabei stufenweise oder auch kontinuierlich erhöht bzw. erniedrigt werden. Auf diese Weise lassen sich richtungsabhängige, fühlbare Markierungen erzeugen. D.h. je nachdem in welcher Richtung man über die Markierung streicht, ist das Relief mehr oder weniger fühlbar.
- 15

Die Reliefhöhe der Markierung kann ferner auch durch mehrfaches Bestrahlen der gleichen Stelle mit Laserstrahlung erhöht werden. Auch müssen

- 20 Laserstrahl und zu beschriftendes Werdokument bzw. Sicherheitspapier nicht notwendigerweise senkrecht zueinander angeordnet sein. Der Laserstrahl kann mit dem Papier jeden beliebigen Winkel einschließen.

- Für die Erzeugung einer Information gemäß der Erfindung können auch
- 25 unterschiedliche Laserenergien verwendet werden, so dass innerhalb der Information unterschiedliche Reliefhöhen und/oder Schwärzungen entstehen. Wird beispielsweise ein zweidimensionaler Code auf diese Weise erzeugt, kann durch die unterschiedliche Schwärzung ein dreidimensionaler Code erzeugt werden. D.h. der Schwärzungsgrad wird als weitere Codie-

rungsebene benutzt, die z.B. mit entsprechenden Detektoren ausgewertet werden kann.

5 Mittels der Lasermarkierung können alphanumerische Zeichen dargestellt werden, beispielsweise Seriennummern der Wertzdokumente oder beliebige Codes, wie beispielsweise eindimensionale oder zweidimensionale Balkencodes oder Blindencodes, beliebige Symbole oder Bilder. Auch beliebige alphanumerische Zeichen, wie Datum, Uhrzeit, Chargenbezeichnung, oder
10 Schriftzüge, wie die Unterschrift eines Ministers oder Notenbank-Präsidenten, sind möglich.

Selbstverständlich können auch beliebige geometrische Muster erzeugt werden, wie beispielsweise eine Noppenstruktur. Die taktil fühlbaren Noppen können dabei aufgrund des relativ kleinen Laserfokus sehr klein,
15 d.h. mit kleinem Durchmesser, und im Vergleich hierzu großer Erhebung über die Oberfläche des Dokuments erzeugt werden. Diese Art von Markierung mit hochaufgelöster Struktur bei gleichzeitiger starker Erhabenheit, d.h. hoher Taktilität, kann drucktechnisch nicht nachgestellt werden.

20 Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann auch die Umgebung einer darzustellenden Information taktil ausgestaltet sein, während die Information selbst nicht taktil fühlbar ist. D.h., die Information wird in Form einer Negativdarstellung ausgeführt.

25 Die Markierung kann als visuell ohne Hilfsmittel erkennbare Information oder als Mikroschrift, die lediglich mittels einer Lupe deutlich zu erkennen ist, ausgeführt sein. Die fühlbare Markierung kann dabei ohne wesentliche Beschränkung an einer beliebigen Stelle der Oberfläche des Wertzdokuments oder auch an mehreren Stellen des Wertzdokuments angeordnet werden.

Ebenso können die erfindungsgemäß mit einem Laser erzeugten Markierungen auf anderem Wege erzeugte Markierungen ergänzen und so ein neues Sicherheitselement bilden. Beispielsweise kann ein farbiger Linien-
aufdruck mit einem erfindungsgemäß erzeugten Linienrelief so kombiniert
5 werden, dass die farbigen Linien auf den Flanken des Reliefs zu liegen kommen. Bei Variation des Betrachtungswinkels ergeben sich hierbei aufgrund von Abschattungseffekten unterschiedliche visuelle Eindrücke.

Sofern mehrere Markierungen auf ein Wertaschument aufgebracht werden,
10 können diese Markierungen inhaltlich identisch oder unterschiedlich sein. Alternativ können die Markierungen auch in einem beliebigen Zusammenhang zueinander oder mit Informationen, die mit anderen Verfahren auf dem Dokument erzeugt werden, stehen, und auf diese Weise zu einer weiteren Erhöhung der Fälschungssicherheit beitragen. So kann beispielsweise
15 eine zur Seriennummer des Wertaschuments berechnete Prüfziffer gelasert werden.

Das erfindungsgemäße Wertaschument ist ein beliebiges Dokument, dessen wesentlicher Bestandteil ein Sicherheitspapier darstellt, wie beispielsweise
20 eine Banknote, ein Scheck, ein Visum, ein Etikett, eine Passseite oder ein anderes zu sicherndes Dokument aus Sicherheitspapier. Im Rahmen der Erfindung kann das Wertaschument auch aus einem Papier/Folienverbund bestehen, wobei der Bereich des Sicherheitspapiers mit der fühlbaren Lasermarkierung vorzugsweise frei zugänglich sein sollte, um die taktile Prüf-
25 barkeit zu gewährleisten. Dies kann dadurch geschehen, dass das Wertaschument bzw. das Sicherheitspapier lediglich auf der der Markierung abgewandten Seite eine Folie aufweist, oder dass der Bereich der Markierung in Form eines Fensters in der Folie ausgespart wird. Dabei kann es auch sinnvoll sein, die Laserbeschriftung über den Grenzbereich zwischen Papier

und Folie zu erstrecken. Abhängig von den verwendeten Beschriftungsparametern wird die Folie lediglich geschwärzt oder zusätzlich aufgebrochen, so dass ein weiteres fühlbares Relief entsteht.

- 5 Es hat sich auch gezeigt, dass die fühlbare Markierung überdruckt werden kann, ohne dass die Taktilität verloren geht. Wird sie z.B. mit einem metallischen Überdruck versehen, so entstehen besondere Hell-/Dunkleffekte, je nach Reflexion der metallfarbenen Schicht. Erscheint die Druckfarbe unter einem bestimmten Betrachtungswinkel aufgrund der gerichteten Reflexion
- 10 hell, so ist die diffus streuende, fühlbare Markierung als dunkle Information vor diesem hellen Hintergrund erkennbar und umgekehrt.

- Alternativ kann die fühlbare Markierung auch mit einer Druckfarbe überdruckt werden, die den gleichen Farbton aufweist wie die mit dem
- 15 Laser erzeugte, fühlbare Markierung. Wird beispielsweise für die Erzeugung der fühlbaren Markierung ein im infraroten Spektralbereich arbeitender Nd:YAG-Laser verwendet und zeigt die fühlbare Markierung ein graues Erscheinungsbild, so kann diese Markierung zur Tarnung der visuellen Sichtbarkeit mit einer grauen Druckfarbe überdruckt werden.

- 20 Das erfindungsgemäße Werdokument kann weitere Sicherheitsmerkmale, wie beispielsweise einen Sicherheitsfaden, ein optisch variables Sicherheitselement, einen Sicherheitsaufdruck oder maschinell lesbare Sicherheitsmerkmale, wie beispielsweise lumineszierende oder magnetische Stoffe, auf-
- 25 weisen. Falls das Werdokument einen Sicherheitsfaden aufweist, kann die erfindungsgemäße Lasermarkierung auch im Bereich des Sicherheitsfadens vorgesehen werden. Ist der Sicherheitsfaden als so genannter „Fenstersicherheitsfaden“ in das Werdokument quasi eingewebt, d.h. tritt der Sicherheitsfaden stellenweise direkt an die Oberfläche des Werdokuments, so kann die

Lasermarkierung in den Zwischenbereichen vorgesehen werden, in denen der Sicherheitsfaden in das Wertdokument eingebettet ist. Alternativ kann sich die Markierung auch, wie bereits erwähnt, über den Grenzbereich Folie/Papier erstrecken, so dass der Sicherheitsfaden ebenfalls eine Laser-
5 markierung trägt. Möglich ist auch, eine ausschließliche Markierung des Sicherheitsfadens im Fensterbereich. Die erfindungsgemäßen Wertdokumente können auch zur Absicherung von Produkten beliebiger Art verwendet werden.

10 Gemäß einer speziellen Ausführungsform kann die erfindungsgemäße fühlbare Markierung auch mit anderen taktilen Sicherheitselementen, wie einem Stichtiefdruck, kombiniert werden. Hierbei werden die unterschiedlichen Taktilitäten ausgenutzt. Das durch den Stichtiefdruck erzeugte Relief bildet einen harten bzw. scharfen Übergang zur Umgebung, während die
15 erfindungsgemäße Markierung einen weichen Übergang und eine weiche, samtartige fühlbare Oberfläche besitzt.

Beispielsweise kann die taktil fühlbare Stichtiefdruckmarkierung den Rahmen für ein farbiges, nicht fühlbares Feld bilden, das vorzugsweise die gleiche Farbe wie der taktil fühlbare Rand aufweist und ebenfalls in Stichtiefdruck erzeugt ist. Sofern diese Farbe Laserstrahlung absorbiert, wird sie bei Beaufschlagung mit dem Laser ablatiert und gleichzeitig kann die fühlbare Lasermarkierung entstehen. Die Lasermarkierung kann aber auch ohne Ablation der Farbschicht erzeugt werden. Dieser farbige Bereich kann zusätz-
20 lich mit einer Primerschicht unterlegt sein, die Lumineszenzstoffe enthält und/oder die Ablöseeigenschaften der zu ablatierenden Farbe positiv beeinflusst und/oder die Haltbarkeit der nicht zu entfernenden Farbe positiv beeinflusst.
25

- Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann die im Bereich der Lasermarkierung angeordnete Druckfarbe auch magnetische oder leitfähige Eigenschaften haben oder von einer organischen Halbleiterschicht gebildet werden, die leuchtet (OLED). Durch die nachträgliche Laserbeschriftung entstehen Störungen im maschinell messbaren Signal der einzelnen Schichten, die als weiteres Echtheitsmerkmal dienen können. Diese Störungen können z.B. individualisierende Informationen, wie die Seriennummer, darstellen. Auf diese Weise kann die visuell sichtbare und fühlbare Lasermarkierung auch maschinell überprüft werden.
- 10
- Gemäß einer weiteren Variante kann das Sicherheitspapier bzw. Wertdokument auch mit einer Beschichtung versehen sein, die Ruß und Hohlkammerkugeln enthält. Bei der erfindungsgemäßen Laserbeschriftung wird die Laserstrahlung durch den Rußanteil absorbiert und es entsteht eine visuell
- 15
- sichtbare Schwärzung. Gleichzeitig dehnen sich die Hohlkammerkugeln aus oder werden unter Gasentwicklung zerstört, so dass ein gut fühlbares Relief entsteht. Im geschwärzten Bereich liegen anschließend keine Hohlkugeln mehr vor. Im Bereich der Flanken der Lasermarkierung dagegen befinden sich noch aufgeblähte, nicht zerstörte Hohlkugeln, die das Licht diffus streuen und einen Kontrast zur Umgebung bilden. Beim Kippen des Dokuments bzw. Sicherheitspapiers ergibt sich zusätzlich eine Kontrastumkehr aufgrund der unterschiedlichen Reflexionseigenschaften der Flanken und der sie umgebenden Bereiche.
- 20
- 25
- Gemäß einer besonderen Ausführungsform weist das Wertdokument im Bereich der erfindungsgemäßen fühlbaren Markierung eine zusätzliche Beschichtung auf. Die Lasermarkierung kann vollständig oder nur teilweise im Bereich der Beschichtung vorliegen. Dabei kann es sich um ein beliebiges Druckbild, wie alphanumerische Zeichen, Logos, Muster, Guillochen etc.,

eine vollflächige Farb- oder Lackschicht oder auch um ein mehrschichtiges Sicherheitselement, wie eine in Reflexion beobachtbare, beugungsoptisch wirksame Struktur, handeln. Die Beschichtung kann demnach aufgedruckt, aufgedampft, aufgespritzt oder im Transferverfahren übertragen werden.

- 5 Bevorzugt wird die Laserbeschriftung in optisch variablen Druckschichten, wie flüssigkristalline Pigmente oder Interferenzschichtpigmente enthaltende Druckschichten, oder metallische Schichten, z.B. aus Aluminium, Silber oder Gold, eingebracht.
- 10 Ist die Beschichtung für die verwendete Laserstrahlung transparent, so wird bei entsprechender Wahl der Beschriftungsparameter in dem darunter liegenden Sicherheitspapier die fühlbare Markierung erzeugt, die gleichzeitig die Beschichtung mit aufwölbt, ohne diese zu zerstören. Sofern die Beschichtung lichtdurchlässig ist und die Lasermarkierung eine farbliche Änderung
- 15 im Sicherheitspapier hervorruft, ist diese zusätzlich zum fühlbaren Relief der erfindungsgmäßen Markierung sichtbar. Handelt es sich bei der Beschichtung um ein farbiges Druckbild bzw. eine Farbschicht, so kann deren Farbeindruck durch die darunter liegende Markierung, d.h. farbliche Änderung des Sicherheitspapiers, beeinflusst werden. Auf diese Weise kann in einer
- 20 farbigen Fläche neben einer fühlbaren Markierung auch eine visuell erkennbare Markierung erzeugt werden, die sich im Farbton von der Umgebung unterscheidet.

- Werden dagegen absorbierende Beschichtungen verwendet, die die Laser-
- 25 strahlung absorbieren, so findet vor oder gleichzeitig mit der eigentlichen Markierung des Sicherheitspapiers ein teilweiser oder vollständiger Abtrag dieser Beschichtung statt. Die Markierung ist in diesem Fall ebenfalls visuell erkennbar, da in diesem Bereich die Beschichtung abgetragen wurde.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform der Erfindung besteht die Beschichtung aus einem auf das Sicherheitspapier oder Wertdokument aufgetragenen mehrschichtigen Sicherheitselement, beispielsweise in Form eines Etiketts oder Transferelements. Im einfachsten Fall weist das Sicherheitselement vom Betrachter aus gesehen folgende Schichtfolge auf: eine Kunststoffschicht, vorzugsweise Lackschicht, eine Metallschicht, wie eine dünne Aluminiumschicht, und eine Kleberschicht für die Befestigung des Sicherheitselements am Sicherheitspapier bzw. Wertdokument. Die Lackschicht kann zusätzlich eine Prägung aufweisen, die visuell beobachtbare beugungsoptische Effekte, wie ein Hologramm oder ein beliebiges Beugungsgitterbild, erzeugt. Bei der Markierung mit einem Laser, vorzugsweise einem Nd:YAG-Laser, wird die Metallschicht bereichsweise entfernt. Gleichzeitig wölbt das markierte Sicherheitspapier den Folienschichtaufbau des Sicherheitselements hoch, so dass die fühlbare Markierung entsteht. Die Lackschicht des Sicherheitselements wird durch diesen Vorgang, je nach der Wahl der Beschriftungsparameter, nicht, kaum oder vollständig abgetragen. Bei entsprechender Wahl der Markierungsparameter wird das Sicherheitspapier gleichzeitig geschwärzt. Diese Schwärzung ist durch den transparenten, von der Metallschicht befreiten Bereich des Sicherheitselements gut sichtbar. Die Markierungsparameter können auch so eingestellt werden, dass der Bereich in dem die Metallschicht entfernt ist, größer ist als der mit einer fühlbaren Markierung versehene Teilbereich.

Da der taktil erfassbare lasermarkierte Bereich bei dieser Ausführungsform von einem äußerst glatten Bereich umgeben ist, wird die Taktilität des Sicherheitsmerkmals zusätzlich verstärkt.

Die taktile Erfassbarkeit des Sicherheitsmerkmals kann auch dadurch verbessert werden, dass das Substrat vor der Lasermarkierung kalandriert wird.

Auch dadurch wird das Sicherheitsmerkmal in einem besonders glatten Umfeld erzeugt.

Die Erzeugung einer fühlbaren Markierung mittels eines Lasers dagegen
5 funktioniert bei rauen Oberflächen besser, d.h. um eine bestimmte Relief-
höhe erreichen zu können, ist bei rauen Oberflächen eine geringere Laser-
energie notwendig.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann das Sicherheitspapier bzw.
10 Werten dokument auch von der dem Folienelement gegenüberliegenden
Oberfläche mit der Laserstrahlung beaufschlagt werden. Dadurch erhält
man auf der dem Laser zugewandten Oberfläche die fühlbare Markierung.
Gleichzeitig wird in dem beaufschlagten Bereich die Metallschicht des
Folienelements ablatiert, so dass die Markierung auch auf der Seite des
15 Folienelements sichtbar ist. Es entsteht daher eine Art Durchsichtsregister.

Gemäß einer speziellen Ausführungsform wird das faserhaltige Substrat des
Wertdokuments zumindest in einem Teilbereich seiner Oberfläche mittels
Laserstrahlung derart markiert, dass die Fasern in dem lasermarkierten Teil-
20 bereich aus der Oberfläche des Substrats fühlbar herausragen, um so ein
taktil erfassbares Sicherheitsmerkmal zu bilden.

Die Fasern des Sicherheitspapiers verlaufen im Oberflächenbereich üblicher-
weise weitgehend parallel zur Oberfläche des Sicherheitspapiers und wer-
25 den durch die Leimung in dieser Position gehalten. Durch die Laserstrah-
lung wird der Faserverbund aufgebrochen und einzelne Faserenden lösen
sich aus dem Verband, so dass die Fasern aufgrund ihrer Eigenspannung
über die Substratoberfläche hervorragen. Vorzugsweise bilden diese Fasern

ein über die Substratoberfläche hinausragendes Geflecht, das die fühlbare Markierung erzeugt.

Als besonders geeignete faserhaltige Substratmaterialien haben sich in
5 diesem Zusammenhang Baumwoll-Velinpapier und sonstige Baumwoll-Sicherheitspapiere erwiesen, welche im Vergleich zu anderen Papieren lange Fasern mit hoher Reißfestigkeit besitzen. Diese Papiersorten sind für den Sicherheitsdruck ohnehin besonders geeignet. Versuche mit Baumwoll-Sicherheitspapier unter Verwendung eines Nd:YAG-Lasers (Wellenlänge
10 1064 nm) haben zu besonders guten Ergebnissen geführt, wie bereits ausführlich erläutert.

Auch bei dieser Ausführungsform der Erfindung kann eine Beschichtung auf der Oberfläche des Substrats vorgesehen sein, durch die hindurch die
15 Lasermarkierung erfolgt. Gemäß einer ersten Variante wird die Beschichtung mittels Laserstrahlung verdampft und die Faserstruktur des darunter liegenden faserhaltigen Substrats aufgebrochen, so dass die Fasern aus der Substratoberfläche herausragen. Die Beschichtung kann beispielsweise eine Folie, insbesondere eine Hologrammfolie, sein. Der taktil erfassbare, laser-
20 markierte Teilbereich ist in diesem Fall von einem äußerst glatten Bereich umgeben, wodurch die taktile Erfassbarkeit des Sicherheitsmerkmals verstärkt wird.

Gemäß einer zweiten Variante besteht die Beschichtung aus einer die Laser-
25 strahlung nicht absorbierenden Schicht, insbesondere einem flächigen Aufdruck oder einem Musterdruck, wie beispielsweise ein Guillochenmuster. Derartige aufgedruckte Farbschichten sind regelmäßig so dünn, dass sie durch das Aufbrechen der darunter liegenden Faserstruktur mit aufbrechen,

so dass die Fasern des Substrats wiederum fühlbar aus der Substratoberfläche herausragen.

Die nicht absorbierende Schicht kann auch eine die Oberfläche glättende, insbesondere transparente, dünne Lackschicht sein, welche ebenfalls durch die sich aus der Faserstruktur lösenden Fasern aufgebrochen wird. Auch diese Variante zeichnet sich durch eine erhöhte Erfassbarkeit des taktilen Sicherheitsmerkmals innerhalb einer glatten Umgebung aus.

10 Als nicht absorbierende Schicht eignet sich jede dünne Beschichtung, die beim Aufbrechen des Faserverbunds von den sich aufstellenden Fasern durchbrochen wird, sei sie aufgedruckt, aufgedampft oder aufgespritzt.

Besonders vorteilhaft ist es, wenn der nicht absorbierenden Schicht Zusatzstoffe, beispielsweise Lumineszenzstoffe, beigemischt sind, die nur unter speziellen Bedingungen sichtbar sind oder die nur im nicht sichtbaren Wellenlängenbereich erkennbar sind, insbesondere im UV-Bereich. Dadurch wird zusätzlich zu dem taktil erfassbaren Sicherheitsmerkmal ein weiteres Sicherheitsmerkmal in das Wertascheitdokument besonders vorteilhaft integriert.

20 Denn durch das Aufstellen der Fasern des Substrats und Aufbrechen der nicht absorbierenden Schicht wird ein besonderer Kontrast im Vergleich zu dem die Lasermarkierung umgebenden Bereich der nicht absorbierenden Schicht erzielt, der visuell oder mit geeigneten Überprüfungsgeräten detektiert werden kann.

25 Gemäß einer besonderen Ausgestaltung führt die Lasermarkierung auch zu einem Farbumschlag oder einer Farbänderung des markierten Teilbereichs, wodurch eine deutliche Kontrasterhöhung zur Überprüfung durch das menschliche Auge oder durch ein Bildverarbeitungsgerät erreicht wird.

- Dieser Farbumschlag wird, wie bereits erläutert, vorzugsweise durch geeignete Zusatzstoffe verstärkt, die in dem faserhaltigen Substrat enthalten sein können. Je nach Art der gewählten Zusatzstoffe wird der Farbumschlag thermisch durch die mit der Laserstrahlung eingebrachte Energie verursacht
- 5 oder durch andere wellenlängenabhängige Farbänderungsmechanismen. Als Zusätze eignen sich auch in diesem Beispiel Laseririodine der Firma Merck. Der thermisch erzeugte Farbumschlag kann durch geeignete Absorptionsstoffe zusätzlich verstärkt werden. Sind die erhabenen und taktilen Markierungen aufgrund einer Farbveränderung der markierten Stellen auch visuell
- 10 von ihrem Umfeld unterscheidbar, hat dies den Vorteil, dass Nachstellungen durch einfaches Hochprägen erschwert werden, da die Markierungen in diesem Fall auch passergenau bedruckt werden müssten, um den entsprechenden Farbkontrast aufzuweisen.
- 15 Die taktil wahrnehmbare Markierung kann auch durch ein Zusammenspiel verschiedener Mechanismen entstehen. So kann die Laserstrahlung allein ein Aufblähen des Fasersubstrats oder ein Aufbrechen der Faserstruktur bewirken. Wie beschrieben, führt das Aufbrechen der Faserstruktur zu einer Reliefstruktur, die von Fasern gebildet wird, die aus der Substratoberfläche
- 20 herausragen. Je nach verwendetem Substratmaterial bzw. verwendeter Laserparameter kann das fühlbare Relief auch aus einer Kombination der genannten Effekte bestehen. Hierbei wird das Substratmaterial sowohl aufgebläht als auch zumindest teilweise aufgebrochen, so dass einzelne Fasern aus der Substratoberfläche herausragen und ein von Hohlräumen
- 25 durchsetztes Geflecht bilden.

Der Schritt der Laserbeschriftung erfolgt in einem beliebigen Stadium der Herstellung des Werdokuments. So kann es sinnvoll sein, das Sicherheitspapier bereits nach der Herstellung in Rollenform mit einer entspre-

chenden Markierung zu versehen. Dies ist insbesondere der Fall, wenn das Sicherheitspapier in Endlosform mit einer Folienbeschichtung, wie einem beugungsoptisch wirksamen, beispielsweise streifenförmigen Sicherheitselement, versehen wird und dieses Sicherheitselement, wie oben beschrieben, mit einer erfindungsgemäßen Markierung versehen werden soll.

Vorzugsweise erfolgt der Schritt der Lasermarkierung jedoch als einer der letzten Arbeitsschritte bei der Herstellung des Werdokuments. Werden die Werdokumente beispielsweise in Form von bogenförmigen Mehrfachnutzen bedruckt, so kann die Lasermarkierung noch am Bogen oder bereits am geschnittenen, fertigen Werdokument erfolgen. Letzteres ist insbesondere sinnvoll, wenn mittels der Lasermarkierung eine fühlbare individuelle Information, wie eine Seriennummer, erzeugt werden soll. Sofern nötig, kann die gelaserte Information in einem letzten Schritt nochmals auf ihre Richtigkeit geprüft werden.

Ein besonderer sicherheitstechnischer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist darin zu sehen, dass der beschriebene Effekt nicht durch einfache Mittel nachgestellt werden kann. Der Einsatz von Lasern erfordert hohe Investitionen und tief greifendes technisches Know-how, welches über den für den Einsatz üblicher Druckmaschinen oder digitaler Druckeinrichtungen nötigen Wissensstand weit hinausgeht.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung liegt darin, dass die Lasermarkierung in einer für Druckereien typischen Geschwindigkeit berührungslos vorgenommen werden kann. Insbesondere kann jedes Dokument individuell markiert werden, indem beispielsweise die Seriennummer oder ein anderes individualisierendes Merkmal als taktiler Sicherheitsmerkmal in das Werdokument integriert wird. Besonders vorteilhaft ist es, wenn der Beschichtung

oder zumindest einer der Schichten der Beschichtung bzw. des Sicherheitselements Zusatzstoffe, beispielsweise Lumineszenzstoffe, beigemischt sind, die nur unter speziellen Bedingungen sichtbar sind oder die nur im nicht sichtbaren Wellenlängenbereich erkennbar sind, insbesondere im UV- oder IR-Bereich. Dadurch wird zusätzlich zu dem taktil erfassbaren Sicherheitsmerkmal ein weiteres Sicherheitsmerkmal in das Wertzokument integriert.

Es ist auch möglich, eine Laser absorbierende Beschichtung, die verdampft wird, und eine nicht absorbierende Schicht übereinander auf dem faserhaltigen Substrat vorzusehen, wobei die zu verdampfende Schicht zweckmäßigerweise als oberste Schicht vorliegen sollte.

Ein weiterer Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, dass mithilfe der Laserbeschriftung erstmals fühlbare Markierungen im Randbereich eines Wertzuments, insbesondere einer Banknote, vorgesehen werden können. Denn bisher ist es unerwünscht, ein im Stichtiefdruck erzeugtes, taktils Druckbild bis in den Randbereich der einzelnen Dokumente zu erstrecken, da der Druckvorgang am Bogen erfolgt und die Schneidwerkzeuge in diesem Fall mit Farbe verschmieren. Die erfindungsgemäße fühlbare Markierung dagegen behindert den Schneidevorgang in keiner Weise, so dass die Markierung bis in den Schneidrand erstreckt werden kann. Dies hat den Vorteil, dass die fühlbare Markierung als Echtheitsmerkmal sofort wahrgenommen wird, da Banknoten in erster Linie am Rand angefasst werden.

Anhand der nachfolgenden Beispiele und ergänzenden Figuren werden die Vorteile der Erfindung erläutert. Die beschriebenen Einzelmerkmale und nachfolgend beschriebenen Ausführungsbeispiele sind für sich genommen, aber auch in Kombination erfinderisch. Die Beispiele stellen bevorzugte Ausführungsformen dar, auf die jedoch die Erfindung in keinerlei Weise

beschränkt sein soll. Die in den Figuren gezeigten Proportionen entsprechen nicht den in der Realität vorliegenden Verhältnissen und dienen vornehmlich zur Verbesserung der Anschaulichkeit.

5 Es zeigen:

Fig. 1 ein erfindungsgemäßes Wertdokument,

10 Fig. 2 das erfindungsgemäße Wertdokument im Querschnitt entlang der Linie A - A,

Fig. 3 Variante der Faserstruktur eines erfindungsgemäßen Wertdokuments,

15 Fig. 4 weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wertdokuments im Querschnitt entlang der Linie A - A,

20 Fig. 5 Schnitt durch das erfindungsgemäße Wertdokument entlang der Linie B - B,

Fig. 6 ein erfindungsgemäßes Wertdokument mit einer im Randbereich angeordneten erfindungsgemäßen Markierung,

25 Fig. 7 Variante des erfindungsgemäßen Wertdokuments im Querschnitt,

Fig. 8 weitere Variante des erfindungsgemäßen Wertdokuments im Querschnitt,

- Fig. 9 weitere Variante des erfindungsgemäßen Werdokumentes im Querschnitt,
- 5 Fig. 10 weitere Variante des erfindungsgemäßen Werdokumentes im Querschnitt,
- Fig. 11 schematische Darstellung einer Laserscanner-Schreibvorrichtung,
- 10 Fig. 12 schematische Darstellung einer Laserbeschriftungsvorrichtung für die Beschriftung eines Wertpapierbogens.

Fig. 1 zeigt ein erfindungsgemäßes Werdokument 1 in Form einer Banknote. Das Werdokument 1 weist gemäß der Erfindung eine fühlbare Markierung 2 in Form einer Reliefstruktur auf, die durch Einwirkung eines Laserstrahls erzeugt wurde. Das gezeigte Beispiel weist zusätzlich ein Sicherheitselement 3 in Form eines Patches auf, das beispielsweise ein Transferelement oder ein Etikett mit beugungsoptisch wirksamen Strukturen sein kann. Im Bereich des Sicherheitselements 3 befindet sich ebenfalls eine erfindungsgemäße Lasermarkierung 4, die taktil fühlbar ist. Die beiden Lasermarkierungen 2, 4 sind im gezeigten Beispiel inhaltlich identisch. Ferner weist das Sicherheitsdokument eine weitere Information 9 auf, die mit einem beliebigen anderen Verfahren, wie z.B. Stichtiefdruckverfahren, Inkjet oder dergleichen, aufgebracht ist.

25

Die beiden Lasermarkierungen 2, 4 können jedoch auch völlig unabhängig voneinander gestaltet werden oder in einem bestimmten Zusammenhang miteinander stehen, der ein zusätzliches Echtheitsmerkmal bildet. So kann überprüft werden, ob das Sicherheitselement 3 tatsächlich zum Werdoku-

ment 1 gehört. Ebenso kann eine bzw. können beide Lasermarkierungen in einem beliebigen inhaltlichen Zusammenhang mit anderen Informationen auf dem Werdokument stehen, wie z.B. der Information 9.

- 5 Selbstverständlich kann das Sicherheitselement 3 auch jede beliebige andere Form aufweisen. So kann es in bestimmten Ausführungsvarianten sinnvoll sein, das Sicherheitselement 3 in Form eines Streifens über die gesamte Breite oder Länge des Werdokuments 1 auszuführen. Ebenso ist es möglich, lediglich eine der Lasermarkierungen 2, 4 auf dem Werdokument 1 vorzusehen.
- 10 Statt dem Sicherheitselement 3 kann auch eine andere Art der Beschichtung, wie z.B. eine Lack- oder Folienbeschichtung, oder ein beliebiges Druckbild gewählt werden.

- Das Werdokument 1 kann neben der erfindungsgemäßen fühlbaren Laser-
- 15 markierung auch weitere Sicherheitsmerkmale, wie beispielsweise einen Sicherheitsfaden, lumineszierende, elektrisch leitfähige oder magnetische Sicherheitsmerkmale, aufweisen.

- Bei dem Werdokument 1 muss es sich auch nicht notwendigerweise um
- 20 eine Banknote handeln, sondern es kann ein beliebiges anderes Dokument aus einem Papiersubstrat darstellen, wie beispielsweise einen Scheck, ein Sicherheitsetikett, ein Visum, eine Pässeite etc. Wesentlich ist, dass einer der frei zugänglichen Bestandteile des Werdokuments aus einem faserhaltigen Papiersubstrat besteht. Dabei handelt es sich vorzugsweise um reines Baumwollfaserpapier oder ein Gemisch aus Baumwoll- und Kunststofffasern.
- 25

Fig. 2 zeigt einen Schnitt durch das Werdokument 1 entlang der Linie A - A. Im Bereich der Lasermarkierung 2 weist das Wertpapier eine fühlbare Erhöhung 5 auf, die durch Einwirkung des Laserstrahls entstanden ist. Wie weit

die Erhöhung 5 über die übrige Substratoberfläche 6 hinausragt, hängt sehr stark von der verwendeten Laserenergie und der Relativgeschwindigkeit zwischen Wertzokument und Laserstrahl während des Beschriftungsvorgangs ab.

5

Auch die tatsächliche Faserstruktur im markierten Bereich hängt sehr stark von den Beschriftungsparametern und dem verwendeten Papiersubstrat ab. Bei einem Papier aus Baumwollfasern, das mit einer Leimschicht versehen ist, sorgt diese Leimschicht zusammen mit der Kalandrierung des Papiers

10 für eine gleichmäßige und in erster Näherung geschlossene Oberfläche.

Fig. 3 zeigt den Oberflächenbereich eines derartigen erfindungsgemäßen Sicherheitspapiers 20 aus Baumwollfasern im Bereich der Lasermarkierung 2. Der gesamte dargestellte Ausschnitt des Sicherheitspapiers 20 ist von der Leimschicht durchtränkt, die jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt ist. Im Bereich 61 weist das Sicherheitspapier 20 die herstellungsbedingte gleichmäßige Oberfläche auf. Im Bereich der Lasermarkierung wird die geleimte Oberfläche aufgebrochen und der Faserverbund gelockert, d.h. zwischen den Fasern 51 entstehen wahrscheinlich aufgrund von Gasentwicklung Hohlräume 52. Bei entsprechend hoher Laserenergie bildet sich ein über die Oberfläche 61 des Sicherheitspapiers 2 hinausragendes, relativ grobmaschiges Geflecht von Baumwollfasern 51, die nach wie vor von der Leimschicht überzogen sind.

25 Da die fühlbare Erhöhung 5 bei anderer Papierzusammensetzung völlig anders aussehen kann, wird die erfindungsgemäße fühlbare Markierung lediglich schematisch als erhabener Bereich 5 dargestellt.

In Fig. 4 ist ebenfalls ein Schnitt durch das Werdokument 1 entlang der Linie A - A dargestellt. Durch die Einwirkung des Laserstrahls wurde hier allerdings neben der Erhöhung 5 auch eine Farbänderung, insbesondere eine Schwärzung 7, des Werdokumentenmaterials erzeugt. Ob und wie tief die Farbänderung bzw. Schwärzung 7 im Werdokumentenmaterial 1 vorliegt, hängt ebenfalls sehr stark von den Beschriftungsparametern sowie der Zusammensetzung des für das Werdokument 1 verwendeten Sicherheitspapiers ab.

Fig. 5 zeigt einen Schnitt durch das Werdokument 1 entlang der Linie B - B. In diesem Fall ist im Bereich der Lasermarkierung 4 eine Beschichtung in Form eines Sicherheitselements 3 angeordnet, wobei das Sicherheitselement 3 aus einem Transferelement besteht. Das Transferelement ist mittels einer Kleberschicht 31 am Werdokument 1 befestigt. Zwischen der Kleberschicht 31 und einer Kunststoffschicht, insbesondere Lackschicht 33, befindet sich eine Metallschicht 32. Diese Metallschicht 32 fehlt im Bereich der Lasermarkierung 4. Beim Beschriftungsvorgang mit dem Laser wird die Metallschicht 32 verdampft und/oder zersetzt und ist nicht länger sichtbar. Die durch die Laserbeschriftung hervorgerufene Farbveränderung 7 ist daher durch die Lackschicht 33 und die Kleberschicht 31 hindurch sichtbar. Die Beschriftungsparameter können so eingestellt werden, dass der Bereich, in welchem die Metallschicht 32 entfernt ist, größer ist als der mit einer fühlbaren Markierung versehene Teilbereich. Auf diese Weise ist die visuell sichtbare, durch den Laser erzeugte, farbliche Änderung bzw. Schwärzung von einem transparenten Bereich umgeben.

Im gezeigten Beispiel werden die Kunststoffschicht 33 sowie die Kleberschicht 31 durch den Laser kaum oder nicht beschädigt. Je nachdem, welche

Beschriftungsparameter verwendet werden, können einzelne oder beide Schichten auch teilweise oder vollständig abgetragen werden.

5 Anstelle des Transferelements kann das faserhaltige Substrat auch mit einer transparenten oder pigmenthaltigen Farbschicht ausgestattet sein. Wesentlich ist in diesem Zusammenhang, dass die Farbschicht die für die Lasermarkierung verwendete Laserstrahlung nicht absorbiert. Die Farbschicht kann in jeder beliebigen Weise auf das Substrat aufgebracht, beispielsweise aufgedruckt sein. Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Farbschicht einen
10 glatten Eindruck der Substratoberfläche erzeugt. In diesem Sinne ist unter „Farbschicht“ auch eine schmutzabweisende, ggf. transparente, Beschichtung oder Schutzlackierung zu verstehen.

Da die Farbschicht die verwendete Laserstrahlung nicht absorbiert, findet
15 die Absorption der Laserenergie erst in der Substratschicht statt. In dem Substrat wird somit die Erhöhung 5 erzeugt, so dass eine fühlbare Markierung innerhalb der Farbschicht entsteht.

Vorzugsweise enthält die nicht absorbierende Farbschicht Farbstoffe, die nur
20 unter bestimmten Bedingungen sichtbar werden, wie beispielsweise Lumineszenzfarbstoffe, oder die Eigenschaften besitzen, welche mit dem menschlichen Auge nicht sichtbar sind, beispielsweise im Infraroten oder im UV-Bereich leuchtende Stoffe.

25 Die Farbschicht muss nicht vollflächig sein. Es kann sich auch um ein Farbmuster, insbesondere eines der im Sicherheitsdruck häufig verwendeten Guillochenmuster, handeln. Die einzige Bedingung ist, dass die Farbschicht des Musters für die verwendete Laserstrahlung weitgehend transparent ist.

Fig. 6 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Wertdokuments 1 in Aufsicht. In diesem Fall erstreckt sich die fühlbare Markierung 2 bis in den Randbereich des Wertdokuments 1. Da Banknoten bei der händischen Bearbeitung oder auch im üblichen Zahlungsverkehr meist am Rand angefasst werden, hat diese Anordnung des taktilen Sicherheitselements im Randbereich den Vorteil, dass es sehr einfach und schnell überprüft werden kann. Andere taktile Echtheitsmerkmale, wie beispielsweise ein taktil fühlbarer Stichtiefdruck, können nicht oder nur schlecht im Randbereich des Wertdokuments 1 angeordnet werden, da die Wertdokumente in Bogen mit mehreren Nutzen bedruckt und anschließend in die Einzelnutzen geschnitten werden. Bei einer Anordnung des Stichtiefdruckelements im Randbereich besteht jedoch die Gefahr, dass beim Zerschneiden der Bogen in Einzelnutzen die Schneidwerkzeuge mit Farbe verschmieren.

Die Fig. 7 bis 10 zeigen unterschiedliche Ausführungsformen der taktil fühlbaren Lasermarkierung 2 in einem einschichtigen Sicherheitspapier 100.

In Fig. 7 werden unterschiedliche Laserparameter, insbesondere Laserenergien verwendet, um ein sägezahnartiges, fühlbares Relief 25 zu erzeugen. Diese Ausführungsform besitzt den Vorteil, dass sie sich je nach Streichrichtung von links nach rechts bzw. rechts nach links, unterschiedlich anfühlt. Dieses Merkmal kann als zusätzliches Sicherheitsmerkmal verwendet werden. Aufgrund der unterschiedlichen verwendeten Laserenergien entsteht auch ein unterschiedlicher Schwärzungseffekt, der visuell erkennbar ist. Die einzelnen Sägezähne weisen somit in sich unterschiedliche Graustufen auf.

In Fig. 8 ist ein Sicherheitsmerkmal beschrieben, das aus einer Kombination aus einem taktil fühlbaren Stichtiefdruckelement und einer erfindungsge-

mäß erzeugten fühlbaren Lasermarkierung besteht. Im gezeigten Beispiel bildet die fühlbare Stichtiefdruckmarkierung 26 einen die fühlbare Lasermarkierung 27 einschließenden Randbereich. Beim Stichtiefdruckverfahren wird das Sicherheitspapier 100 in die Stichtiefdruckplatte gepresst, so dass
5 das Papier in diesem Bereich verformt wird. Gleichzeitig nimmt das Papier im geprägten Bereich die Farbe 28 auf. Der taktil fühlbare Effekt der Stichtiefdruckmarkierung 26 entsteht demnach durch die Prägung und den gleichzeitig hohen Farbauftrag 28 im geprägten Bereich. Diese Art der Markierung bildet steile Flanken und ist als hartes, abrupt abfallendes Element
10 taktil sehr gut von der weichen, fast samtartigen Lasermarkierung 27 zu unterscheiden.

In Fig. 9 ist ein Sicherheitspapier dargestellt, das in einem ersten Schritt mit farbigen Linienmustern 30, 31 bedruckt wurde. Anschließend wird der
15 Grenzbereich zwischen den bedruckten Linien 30, 31 erfindungsgemäß mithilfe eines Lasers beschriftet, so dass ein fühlbares Relief entsteht. Durch die Aufwölbung des Sicherheitspapiers im Bereich 5 werden die Linien 30, 31 auf die Flanken der erhabenen Bereiche 5 verschoben. Diese Kombination aus gedruckten Linien 30, 31 und erhabenen Bereichen 5 bildet ein optisch
20 variables Sicherheitselement, das abhängig von der Betrachtungsrichtung unterschiedliche visuelle Eindrücke liefert. Handelt es sich beispielsweise bei den Linien 30 um Linien einer ersten Farbe und den Linien 31 um Linien einer zweiten Farbe, so sind bei der schrägen Betrachtung von links lediglich die farbigen Linien 31 der zweiten Farbe zu erkennen. Das Sicherheitselement
25 erscheint daher in dieser zweiten Farbe. Die Linien 30 sind aufgrund der Abschattungseffekte nicht zu erkennen. Bei schräger Betrachtung von rechts dagegen werden die Linien 31 abgeschattet, so dass idealerweise lediglich die farbigen Linien 30 zu erkennen sind. Das Sicherheitselement erscheint somit in der ersten Farbe. Dabei müssen die gedruckten und die

gelaserten Linien nicht unbedingt ein genaues Raster bilden; es genügt, wenn ein Anteil der gedruckten Linien den Effekt bilden.

Fig. 10 zeigt eine weitere Ausführungsform des erfindungsgemäßen Sicherheitselements 100. In diesem Beispiel ist auf einer Oberfläche des Sicherheitspapiers 100 ein Sicherheitselement 3 angeordnet, wie es bereits in Zusammenhang mit Fig. 5 beschrieben wurde. Dieses Sicherheitselement besteht aus einer Kleberschicht 31, einer Beugungsstruktur 34 sowie einer Reflexionsschicht 32 und einer Schutzschicht 33. Dieses Sicherheitspapier 100 wird auf der gegenüberliegenden Oberfläche mit einer erfindungsgemäßen Lasermarkierung 2 versehen. Dabei werden die Laserenergie sowie die übrigen Laserparameter so eingestellt, dass sich eine erhabene Markierung 5 ausbildet und gleichzeitig die ursprünglich durchgehende Metallisierung 32 des Sicherheitselements 3 in dem mit dem Laser beaufschlagten Bereich zerstört wird. D.h., das Sicherheitselement 3 ist in dem mit der Laserstrahlung beaufschlagten Bereich transparent, so dass die gleichzeitig mit der erhabenen Markierung 5 erzeugte Schwärzung durch diesen transparenten Bereich hindurch sichtbar ist. Im Gegensatz zu dem in Fig. 5 gezeigten Beispiel befindet sich die erfindungsgemäße Erhöhung 5 jedoch auf der gegenüberliegenden Seite des Sicherheitselements 3 und ist auf der Oberfläche des Sicherheitselements 3 praktisch nicht fühlbar.

Die Ausführungsbeispiele können auch miteinander kombiniert werden, indem auf der Oberfläche des Substrats zunächst die Farbschicht und darüber ein folienförmiges Material angeordnet wird. Mit dem Laser wird zunächst das folienförmige Material verdampft und die sich unter der Folie befindende Farbschicht freigelegt. Durch weitere Lasereinwirkung entsteht in dem Substrat, wie bereits erläutert, die fühlbare Markierung 5.

Wenn das Folienmaterial als undurchsichtige Folie, beispielsweise als metallisierte Kunststofffolie, ausgeführt ist, erzeugt die Lasermarkierung 5 auch einen deutlich sichtbaren Kontrast aufgrund der darunter befindlichen und freigelegten Farbschicht.

5

Für den Fall, dass im Bereich der Lasermarkierung eine Farbschicht angeordnet ist, ergeben die aus der Substratoberfläche herausragenden Fasern einen deutlichen Kontrast zur Umgebung, der mit geeigneten Überprüfungsgeräten detektierbar ist. Dieser Effekt eignet sich daher gut für die automatische maschinelle Prüfung.

10

Fig. 11 zeigt schematisch einen Laserscanner, mit welchem ein Substrat 10 mit einer Lasermarkierung 11 versehen wird. Das Substrat 10 kann ein bereits fertig geschnittenes Werdokument, ein Bogen mit mehreren Nutzen eines Werdokuments oder ein Sicherheitspapier in Endlosform sein.

15

Ein Laserstrahl 12 wird über zwei Spiegel 13, die durch Galvanometer 14 angetrieben werden, abgelenkt, wobei ein Spiegel 13 für die x- und der andere Spiegel 13 für die y-Ausrichtung verantwortlich ist. In einer Planfeldlinse 15 wird der Laserstrahl 12 auf die Oberfläche des Substrats 10 fokussiert und erzeugt die Markierung 11. Das Substrat 10 kann sich während des Markierungsvorgangs mit der Geschwindigkeit v bewegen. Diese Geschwindigkeit v wird von Sensoren erfasst und an einen Rechner übermittelt, um über den Rechner die Galvanometer 14 so zu steuern, dass die Geschwindigkeit v kompensiert wird. Dieses Markierungsverfahren kann daher besonders vorteilhaft beim berührungslosen Markieren von Werdokumenten eingesetzt werden, die, wie in Druckereien üblich, mit hohen Geschwindigkeiten verarbeitet werden.

20

25

Das Substrat 10 kann auch auf andere Weise markiert werden, beispielsweise mittels einer Matrix von punktförmig austretenden Laserstrahlen oder mittels Strahlen größeren Querschnitts, die durch eine Schablone teilweise verdeckt werden. Solche Schablonen können automatisch veränderbar ausgeführt werden. Sofern ein Mitführen der Strahlung entsprechend der Geschwindigkeit v nicht möglich oder unerwünscht ist, ist ein Markieren von bewegten Substraten auch durch Wahl einer kurzen Belichtungszeit möglich. Auch die Strahlführung durch Polygonspiegel ist möglich.

- 10 Als Strahlungsquellen kommen je nach belasertem Substrat CO₂-Laser, Nd:YAG-Laser oder andere Lasertypen infrage, beispielsweise auch solche, die wie Nd:YAG-Laser mit Frequenzverdoppelung oder -verdreifachung arbeiten können.
- 15 Durch Variation der Beschriftungsparameter, wie beispielsweise Laserleistung, Belichtungszeit, Arbeitsmodus des Lasers etc. lassen sich die Markierungsergebnisse variieren. So können die durch den Laser erzeugten Erhöhungen in ihrer Höhe entsprechend variiert werden. Bevorzugt hat die fühlbare Markierung eine Höhe von 30 bis 100 μm . Ebenso ist es notwendig,
- 20 die Zusammensetzung des Papiers an die verwendete Laserstrahlung bzw. Laserleistung anzupassen.

Die Markierungen werden beispielsweise mit einem Nd:YAG-Laser vorgenommen, dessen Grundwellenlänge bei 1064 nm liegt und der eine mittlere Leistung von 26 W und eine Modulationsfrequenz von 8 kHz aufweist. Der Durchmesser des Laserstrahls auf dem Substrat (Spotgröße) beträgt etwa 100 μm und die Verfahrensgeschwindigkeiten des Laserstrahls über dem Substrat 250 bis 1000 mm/s. Die typische Höhe einer damit erzeugten erfindungsgemäßen Markierung liegt zwischen 30 und 80 μm . In Einzelfällen, d.h. ins-

besondere bei niedrigen Verfahrensgeschwindigkeiten, wurden auch deutlich größere Werte erzielt, beispielsweise eine Höhe von über 100 μm bei 250 mm/s. Die Breite der Markierungen kann zwischen 0,2 und 0,6 mm variiert werden.

5

Für ein kalandriertes Baumwoll-Velinpapier mit einer Dichte von 90 g/m² ergeben sich beispielsweise bei einer Beschriftungsgeschwindigkeit von 330 mm/s fühlbare Markierungen mit einer mittleren Reliefhöhe von 70 μm und einer Linienbreite von ca. 500 μm . Bei einer Beschriftungsgeschwindigkeit von 675 mm/s dagegen liegt die erreichbare Reliefhöhe lediglich bei 40 μm bei gleicher Linienbreite.

10

Bei einem Papier aus einem Gemisch von Baumwoll- und Kunststofffasern mit einem Kunststofffaseranteil von 12,5 Gew.% und einem Flächengewicht von 90 g/m² (so genanntes Synthek-Papier) sind die Abmessungen der bei 250 mm/s erzeugten Markierung 65 μm mittlere Höhe und ca. 0,5 mm mittlere Breite. Bei Erhöhung der Verfahrensgeschwindigkeit auf 1000 mm/s lagen die Abmessungen bei 35 μm mittlerer Höhe und 0,3 mm mittlerer Breite.

15

20

Fig. 12 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung, bei welcher ein Bogen mit einer Vielzahl von Lasern gleichzeitig mit einer erfindungsgemäßen Markierung versehen wird. Im gezeigten Fall weist der Bogen sechs Spalten und sechs Reihen auf, so dass auf diesem Bogen 36 Einzelnutzen an Werdokumenten angeordnet sind. Für jede Spalte wird über dem Druckbogen eine Laserröhre angeordnet, die jeweils die in dieser Spalte angeordneten Einzelnutzen mit der erfindungsgemäßen Markierung versieht. Durch diese Anordnung kann der Durchsatz stark erhöht werden, da nicht ein einzelner Laserstrahl über den gesamten Druckbogen bewegt

25

werden muss, sondern lediglich eine Bewegung parallel zu den Spalten des Druckbogens erforderlich ist. Die Beschriftung der einzelnen Nutzen erfolgt über Ablenkung der Laserstrahlung mittels Spiegeln, die im gezeigten Beispiel nicht dargestellt sind. Zusätzlich können die Laser mit einem

5 Scannkopf 43 versehen sein.

Patentansprüche

1. Wertenokument, wie zum Beispiel Banknote oder dergleichen, das ein Sicherheitspapier aufweist, das wenigstens eine fühlbare Markierung in
5 Form einer Reliefstruktur aufweist, die mittels eines Lasers erzeugt ist.
2. Wertenokument nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wertenokument im Bereich der fühlbaren Markierung eine visuell erkennbare Farbänderung aufweist.
- 10 3. Wertenokument nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sicherheitspapier im Bereich der fühlbaren Markierung geschwärzt ist.
4. Wertenokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch**
15 **gekennzeichnet**, dass das Sicherheitspapier zumindest bereichsweise Zusatzstoffe enthält, die die Farbänderung und/oder Reliefbildung verstärken.
5. Wertenokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch**
20 **gekennzeichnet**, dass das Sicherheitspapier zumindest Anteile an Fasern von Einjahrespflanzen, wie Baumwolle, Linters, Flachs oder Ähnliches, enthält.
6. Wertenokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch**
25 **gekennzeichnet**, dass das Sicherheitspapier ein Gemisch aus Baumwoll- und Kunststofffasern aufweist.

7. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Reliefstruktur der Markierung unterschiedliche Reliefhöhen und/oder Schwärzungsgrade aufweist.
- 5 8. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass die fühlbare Markierung in Form von alphanumerischen Zeichen, Barcodes, Mustern oder Mikroschrift vorliegt.
- 10 9. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere fühlbare Markierungen auf dem Werdokument vorliegen.
- 15 10. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere fühlbare Markierungen auf dem Werdokument vorliegen, die in einem inhaltlichen Zusammenhang stehen.
- 20 11. Werdokument nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die fühlbare Markierung in einem inhaltlichen Zusammenhang mit einer anderen Information auf dem Werdokument steht.
12. Sicherheitspapier für Werdokumente, wie Banknoten, Ausweiskarten oder dergleichen, das wenigstens eine fühlbare Markierung in Form einer Reliefstruktur aufweist, die mittels eines Lasers erzeugt ist.
- 25 13. Werdokument oder Sicherheitspapier nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werdokument oder Sicherheitspapier eine Beschichtung aufweist und dass die fühlbare Markierung zumindest teilweise im Bereich dieser Beschichtung angeordnet ist.

14. Wertdokument oder Sicherheitspapier nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtung ein mehrschichtiges Sicherheitselement ist.

- 5 15. Wertdokument oder Sicherheitspapier nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sicherheitselement wenigstens eine Kunststoffschicht und eine Metallschicht aufweist, wobei zumindest die Metallschicht zumindest im Bereich der fühlbaren Markierung durch die Einwirkung des Lasers entfernt ist.

10

16. Wertdokument oder Sicherheitspapier nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Kunststoffschicht eine Beugungsstruktur aufweist.

- 15 17. Wertdokument oder Sicherheitspapier nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Bereich, in dem die Metallschicht entfernt ist, größer ist als der mit einer fühlbaren Markierung versehene Bereich.

- 20 18. Wertdokument oder Sicherheitspapier nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wertdokument oder Sicherheitspapier einen Übergang zwischen Papier und Folie aufweist, und dass sich die fühlbare Markierung über den Grenzbereich Papier/Folie erstreckt.

- 25 19. Wertdokument oder Sicherheitspapier nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschichtung ein Aufdruck ist.

20. Wertenokument oder Sicherheitspapier nach Anspruch 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Aufdruck und die fühlbare Markierung so zueinander angeordnet werden, dass ein optisch variables Element entsteht.

5 21. Wertenokument oder Sicherheitspapier nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Wertenokument oder Sicherheitspapier mehrschichtig ausgeführt ist.

10 22. Verfahren zur Herstellung einer fühlbaren Markierung in einem Wertenokument, wie zum Beispiel einer Banknote oder dergleichen, das ein Sicherheitspapier aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sicherheitspapier mit Laserstrahlung beaufschlagt wird, und dass die Laserparameter und die Zusammensetzung des Sicherheitspapiers so aufeinander abgestimmt werden, dass die fühlbare Markierung in Form einer Reliefstruktur
15 entsteht.

20 23. Verfahren nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Markierungsparameter so gewählt werden, dass zusätzlich zur fühlbaren Markierung eine visuell erkennbare Farbänderung des Sicherheitspapiers entsteht.

24. Verfahren nach Anspruch 22 oder 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sicherheitspapier durch die Laserstrahlung im Bereich der fühlbaren Markierung geschwärzt wird.

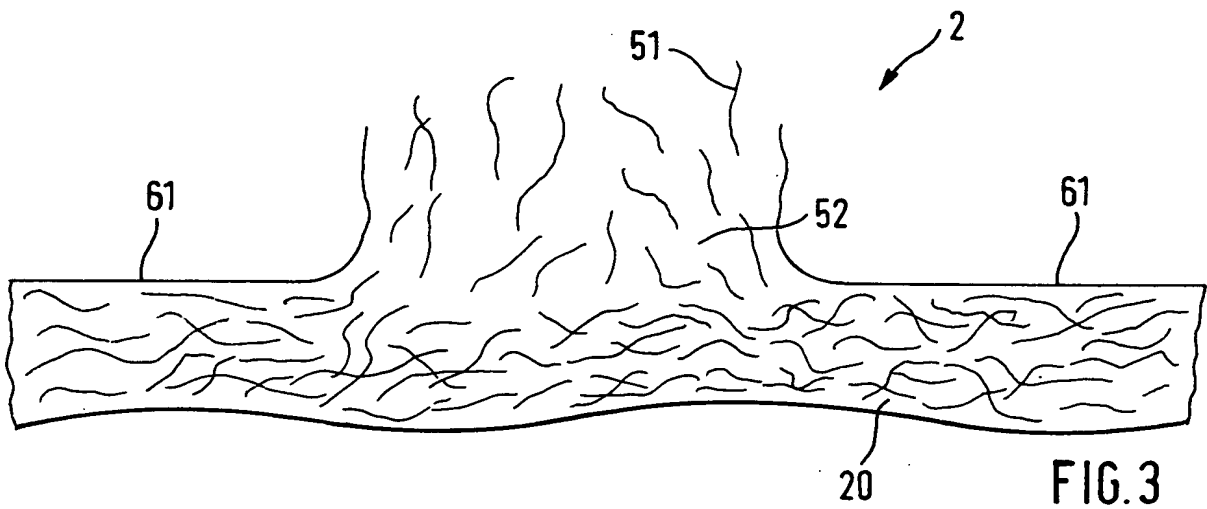
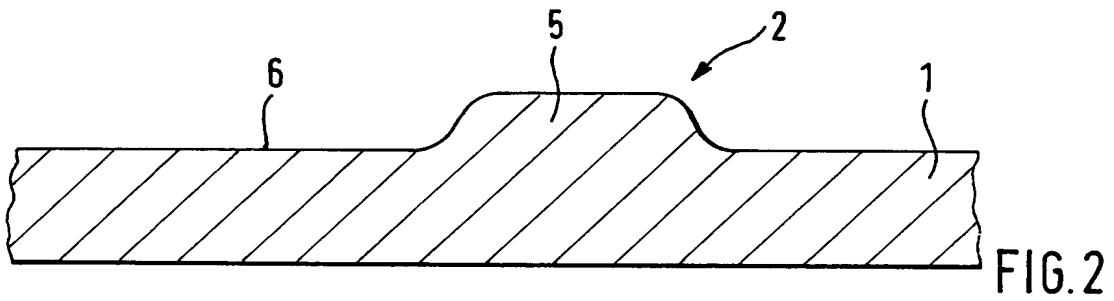
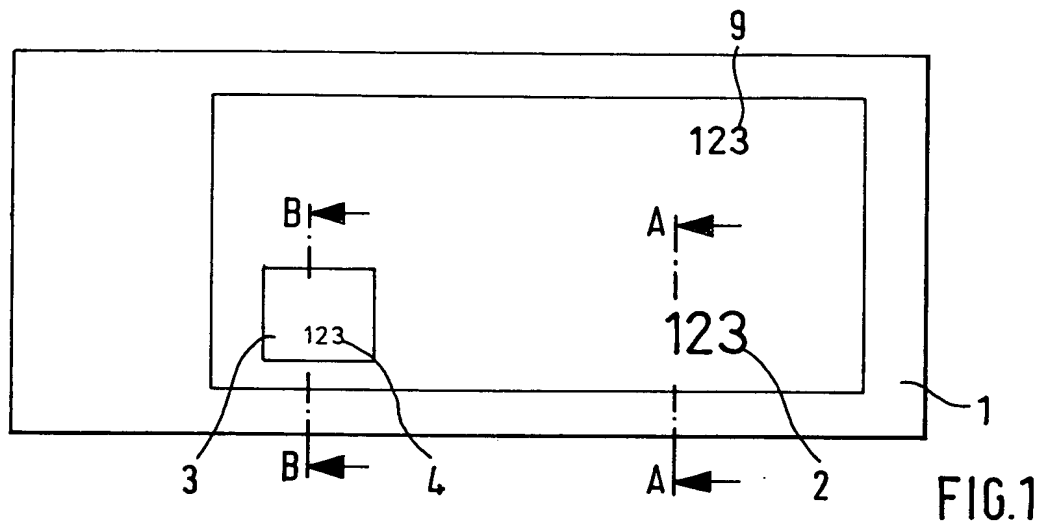
25 25. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 22 bis 24, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Laserparameter so eingestellt werden, dass unterschiedliche Reliefhöhen und/oder Schwärzungsgrade im Sicherheitspapier entstehen.

26. Verfahren zur Herstellung einer fühlbaren Markierung in einem Sicherheitspapier für Wertdokumente, wie zum Beispiel Banknoten oder dergleichen, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Sicherheitspapier in wenigstens einem Teilbereich mit Laserstrahlung beaufschlagt wird, und dass die Laserparameter und die Zusammensetzung des Sicherheitspapiers so aufeinander abgestimmt werden, dass die fühlbare Markierung in Form einer Reliefstruktur entsteht.
- 10 27. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 22 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf das Wertdokument oder Sicherheitspapier vor der Beschriftung mit dem Laser eine Beschichtung aufgebracht wird, und die fühlbare Markierung zumindest teilweise im Bereich dieser Beschichtung erzeugt wird.
- 15 28. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 22 bis 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass als Beschichtung ein mehrschichtiges Sicherheitselement im Transferverfahren aufgebracht wird.
- 20 29. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 22 bis 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein Nd:YAG-Laser verwendet wird.
30. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 22 bis 29, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Beschriftung mit dem Laser bei einer für Wertpapierdruckereien üblichen hohen Geschwindigkeit erfolgt.

Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein Wertdokument, wie z.B. eine Banknote oder dergleichen, das ein Sicherheitspapier aufweist. In dem Sicherheitspapier
5 wird mittels eines Lasers wenigstens eine fühlbare Markierung in Form einer Reliefstruktur erzeugt.

1/5



2/5

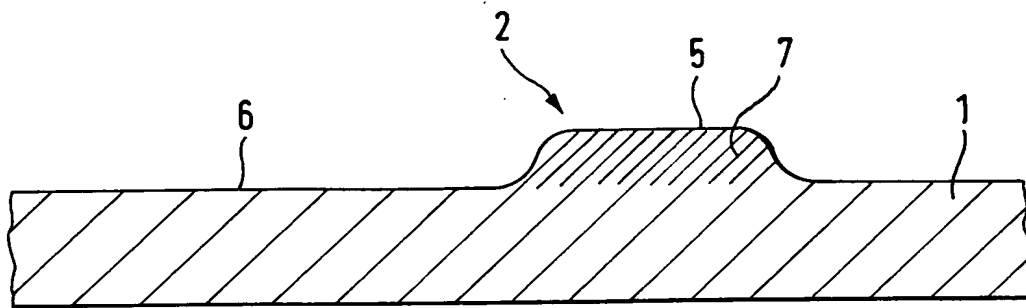


FIG. 4

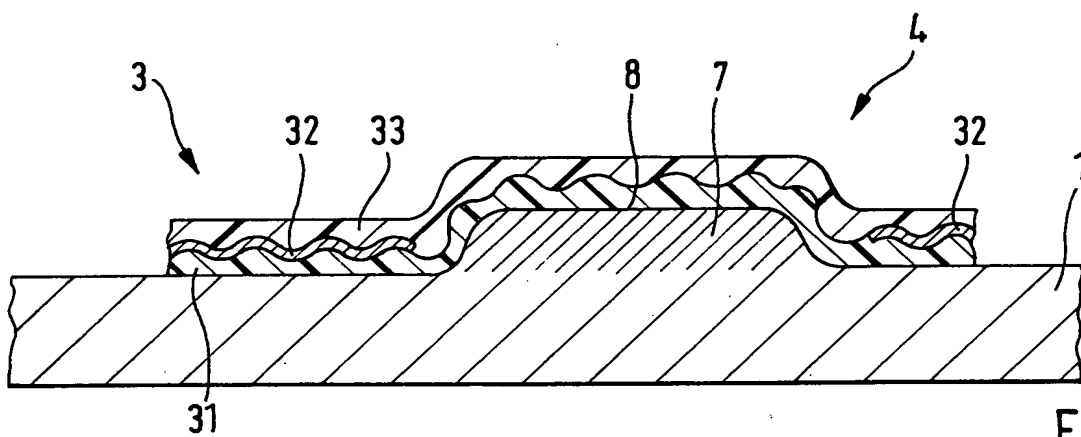


FIG. 5

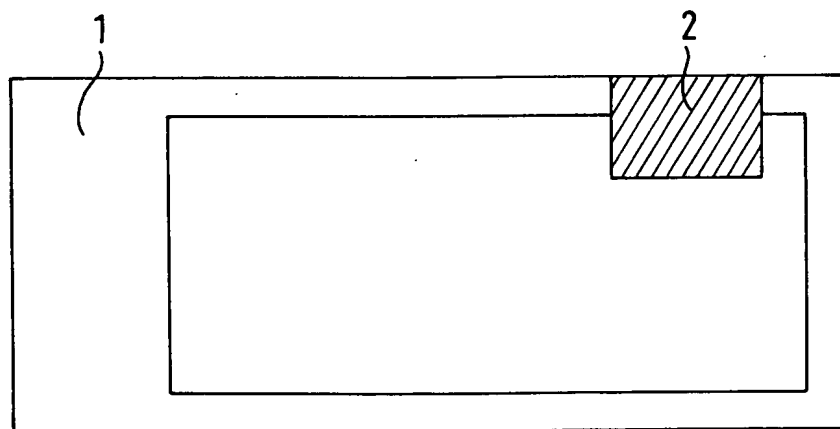


FIG. 6

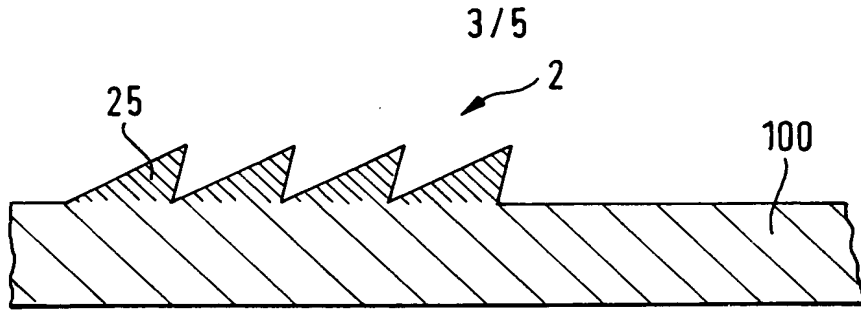


FIG. 7

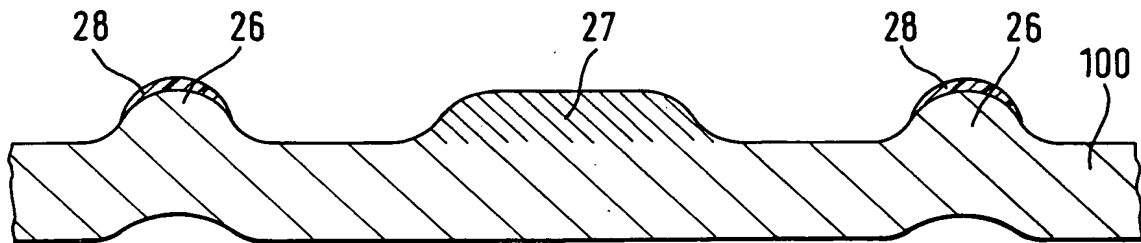


FIG. 8

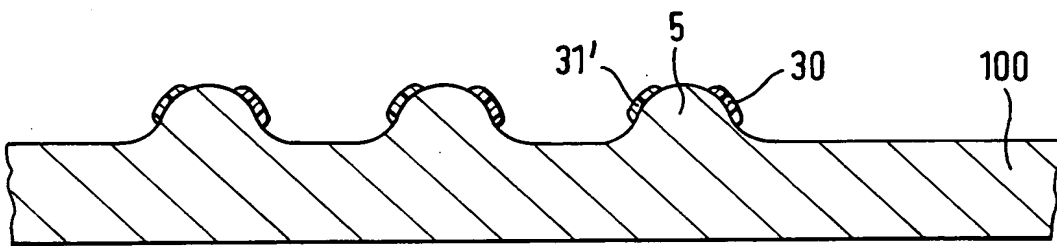


FIG. 9

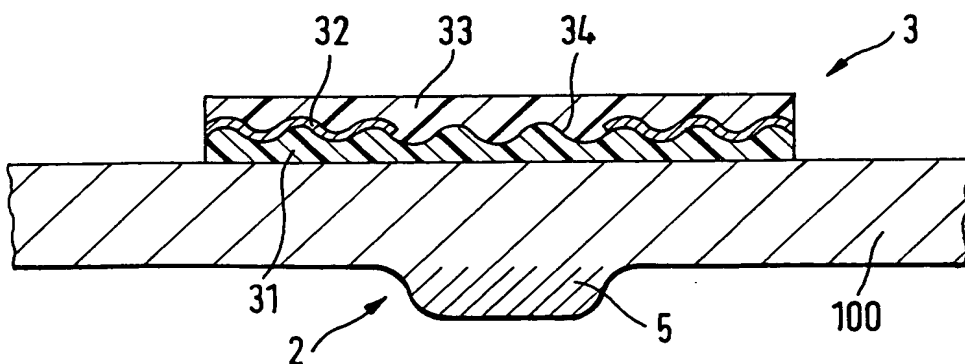


FIG. 10

4/5

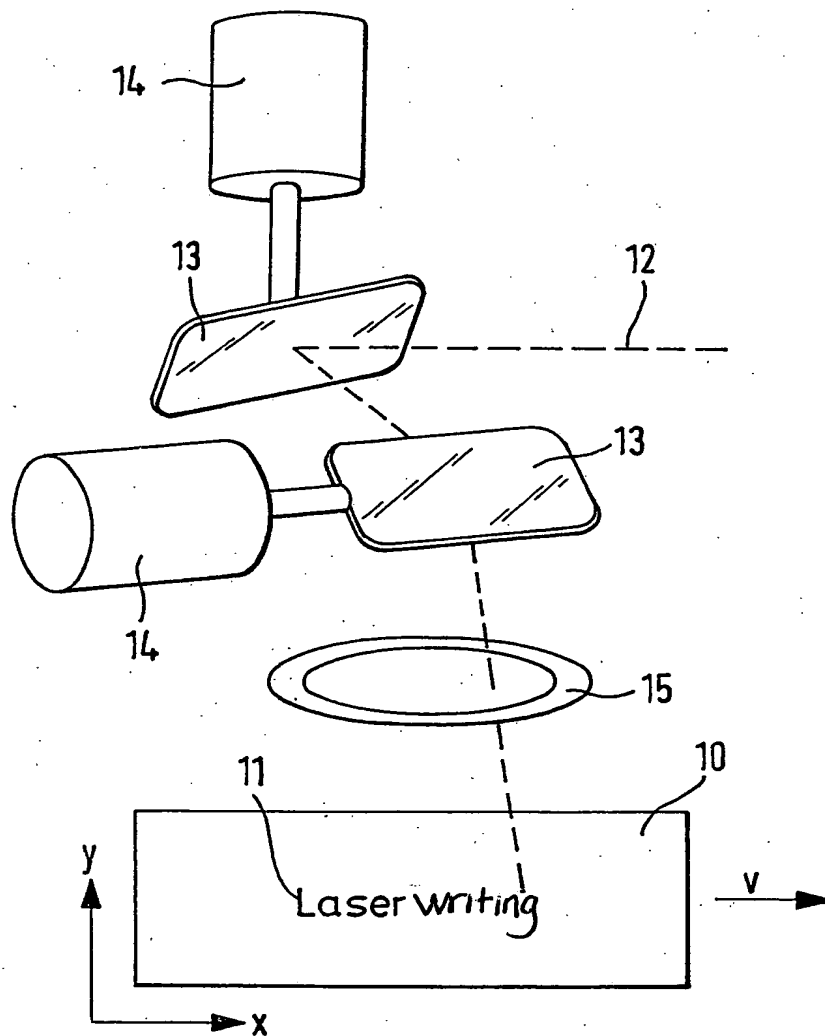
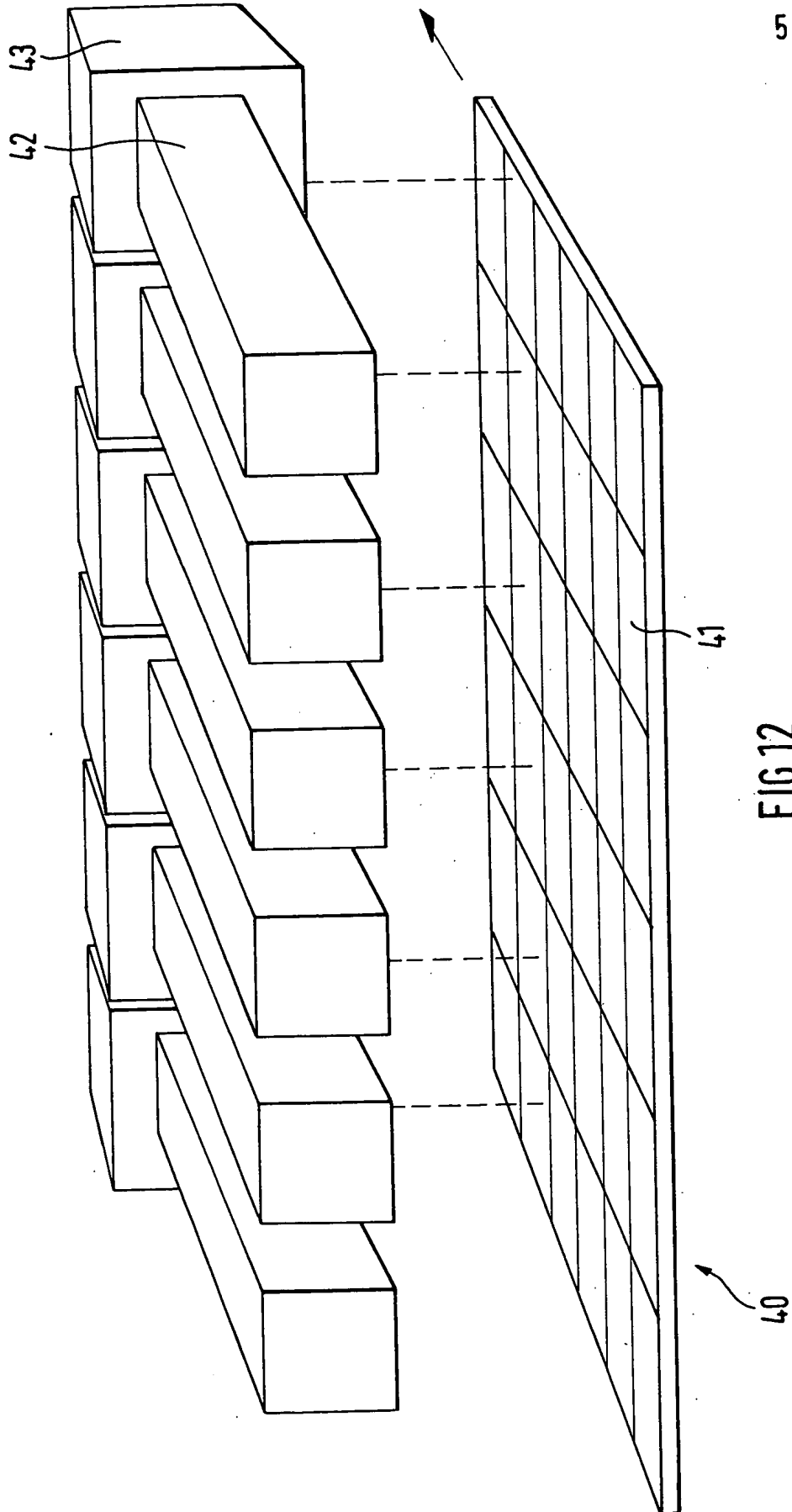


FIG.11



Document of value

[01] The invention relates to a document of value with a security paper and a security paper with a tactilely detectable marking and a method for producing the document of value or the security paper.

[02] Bank notes, checks, tickets, admission tickets and other documents of value, in particular made of paper, for the purpose of forgery-proofness are equipped with security features, with the help of which the authenticity of the documents of value is checkable.

[03] In this context there has been proposed to apply markings to a document by means of laser radiation, so as to thereby achieve an irreversible and visually easily detectable alteration of the document. For example in DE 28 36 529 C2 it is proposed to burn out the serial number from an ink layer by means of an appropriately controlled laser beam. In EP 0 918 649 B1 it is proposed to repeat the identification number at a different place of the document by a local reduction of the document thickness by means of laser etching. In the two above-mentioned cases the material is removed by means of laser radiation.

[04] In contrast to that other approaches to the problem provide, that the substrate material is merely blackened by means of laser radiation. As to achieve particularly well readable and sharp-edged markings, it is also known to admix absorbents and carbon forming agents to the paper, for example microground plastics (DE 197 32 860 A1).

[05] DE 198 22 605 A1 takes a different path. Therein it is proposed that the paper substrate surface at first is treated with laser energy, so as to structurally alter the surface, and to subsequently provide this surface with an opaque coating, for example by printing, lacquering and/ or metalizing. The prior alteration of the surface leads to a noticeable alteration of the ink density, the ink location, the luster and/ or the reflection in the subsequently applied coating, the result of which is a visible security feature.

[06] The above-mentioned security features all are visually noticeable security features. But there exists a basic need for further, new security features, in particular

for security features, which are perceptible for another sense organ, for example detectable with the sense of touch, i.e. tactile security features.

[07] Therefore, it is the problem of the present invention to propose a document of value with a tactilely detectable security feature and in particular a method for producing such a security feature on a document of value.

[08] This problem is solved by the features of the independent claims. Advantageous developments are subject of subclaims.

[09] According to the invention a document of value made of security paper is marked by means of a laser, so that a tangible marking in the form of a relief structure is formed.

[10] It has turned out that with a respective adjustment of the composition of the security paper and the inscription parameters, such as kind of laser used, laser power, operation mode of the laser, wavelength etc., a relief-like structure can be achieved in the security paper, the said relief-like structure being tactilely detectable.

[11] According to a special embodiment of the invention the laser marking also leads to a colour change or a colour alteration of the security paper in the marked area. Due to the clear contrast to the surroundings an easy check by the human eye or by an image processing device is possible. The kind and the colour tone of the colour alteration depends on the composition of the security paper used. Preferably, for the inventive documents of value security papers are used, in which the laser inscription produces a light-grey to black marking.

[12] This colour change or colour alteration can be intensified by suitable additives, which can be contained in the security paper. The kind of additives used depends on the kind of laser used or the laser wave length used. Thinkable are laser-radiation-absorbing additives, such as for example carbon black, thermochromic substances, laser iriodine of the Merck company or titanium dioxide.

[13] If this blackening of the security paper is not desired, the security paper can again be moistened before the inscription process. By this means the grey to black

appearance disappears. The tactility of the marking is not impaired by this. The result is a visually not or only hardly perceptible marking, which, however, is tangible very well.

[14] As a security paper preferably papers are used, which at least contain proportions of fibers of annual plants, such as cotton, linter, flax or something similar. In particular those security papers are suitable, which contain only cotton fibers or a mixture of cotton fibers and plastic fibers. Preferred is a plastic fiber proportion of about 12 wt.% related to the total weight of the security paper.

[15] Particularly good results are achieved with cotton vellum paper with an average fiber length of 1 millimeter. These papers contain TiO_2 as filling material, which absorbs at a wavelength of 1064 nanometer and in particular is employed for adjusting the opacity and for suppressing luminescence emissions of the paper. As a sizing for these cotton vellum papers preferably polyvinyl alcohol (PVA) is used.

[16] The security paper can also have a multilayer form. For example, the security paper can consist of two paper layers, between which any different layer is disposed, such as an ink layer, metal layer or foamable layer. The foamable layer supports the formation of the tangible marking, by the laser beam. Such foamable layers can contain e.g. black powder or blowing agents, which upon the action of heat generate gas, or hollow chamber balls, which contain a gas expanding upon the action of heat. These foaming additives, however, can also be added directly to the paper or to one of the layers of a multilayer security paper. Alternatively, it is also possible to mix these additives to the surface sizing of the security paper.

[17] For the laser inscription of such security papers preferably pulsed Nd:YAG lasers with a wavelength of 1064 nanometer are used. Depending on the desired relief structure or the desired degree of blackening and/ or the line thickness of the information to be shown, other laser types and/ or wavelengths or inscription parameters may be expedient. For example, frequency-doubled or frequency-tripled Nd:YAG lasers can be used in pulsed or in continuous wave mode. Also CO_2 laser or excimer laser can be used.

[18] With cotton vellum papers preferably Nd:YAG lasers are used operating at the fundamental wavelength of 1064 nanometer with an average power of 65 W and a modulation frequency of about 10 kilohertz. With these settings the speed, with which the laser is moved over the paper, is between 330 and 1350 millimeter per second, the diameter of the laser beam incident on the paper measuring about 120 μm . The speed, however, can even be further increased to values of up to 2700 millimeter per second. In this case, however, the modulation frequency of the laser has to be increased to about 12 kilohertz. The inscription speed strongly depends on the energy per unit area necessary for the production of a tangible marking. With untreated cotton vellum papers this energy per unit area amounts to at least 0.31 joule per square millimeter. This value, however, can be changed by respective additives in the paper, in particular it can be reduced, so that higher inscription speeds become possible.

[19] The height of the tangible relief in relation to the surface of the document of value depends on the inscription speed. At medium to high speeds relief heights of 30 to 80 μm can be obtained. At slow speeds relief heights of 100 μm can be realized. Here a compromise between desired relief height and economical inscription speed has to be selected.

[20] The line width and thus the resolution of the tangible marking upwardly is limited by the diameter of the laser beam, i.e. the resolution maximally corresponds to the diameter of the laser beam. But in many applications, however, a line width of about 200 to 600 μm is sufficient.

[21] The marking parameters can be adjusted in such a way, that the relief structure within the marking has different relief heights and/ or different degrees of blackening. The producible relief height here can be increased or decreased step-by-step or continuously. In this way direction-dependent, tangible markings can be produced. I.e. depending on the direction from which one strokes the marking, the relief is more or less tangible.

[22] The relief height of the marking can also be increased by a multiple irradiation of the same place with laser radiation. Furthermore, laser beam and

document of value or security paper to be inscribed not necessarily have to be disposed perpendicular to each other. The laser beam can enclose any angle with the paper.

[23] For producing an information according to the invention also different laser energies can be used, so that within the information different relief heights and/ or different blackenings are the result. In case, for example, a two-dimensional code is produced in this way, by the different blackening a three-dimensional code can be produced. I.e. the degree of blackening is used as a further coding level, which e.g. can be evaluated with appropriate detectors.

[24] By means of the laser marking alphanumeric characters can be shown, for example serial numbers of the documents of value or any codes, such as for example one-dimensional or two-dimensional bar codes or blind codes, any symbols or images. Any alphanumeric characters, such as date, time, batch designation, or writings, such as the signature of a Minister or the President of the Central Bank, are possible, too.

[25] Of course, any geometric patterns can also be produced, such as for example a knobbed structure. The tactile knobs due to the relatively small laser focus can be produced very small, i.e. with a small diameter, and a, compared to the diameter, high elevation above the surface of the document. This kind of marking, which has a highly resolved structure with an at the same time high relief, i.e. high tactility, cannot be imitated by printing technology.

[26] According to a further embodiment also the surroundings of an information to be shown can be designed in a tactile fashion, while the information itself is non-tactile. I.e., the information has the form of a negative representation.

[27] The marking can have the form of an information visually noticeable without any auxiliary means, or a microwriting clearly noticeable only with the help of a magnifying glass. The tangible marking can be disposed without significant restrictions at any place of the surface of the document of value or at several places of the document of value.

[28] Furthermore, the markings inventively produced with a laser can complement markings produced in another way and thus form a new security element. For

example, a coloured line print can be combined with an inventively produced line relief in such a way that the coloured lines come to lie on the flanks of the relief. Varying viewing angles render different visual impressions, which is due to shadowing effects.

[29] If several markings are applied to a document of value, these markings can be identical or different in content. Alternatively, the markings can have any connection to each other or to information that is produced by a different method on the document, and thus contribute to a further improvement of the forgery-proofness. For example, a check digit calculated from the serial number of the document of value can be lasered.

[30] The inventive document of value is any document, the substantial component of which is a security paper, such as for example a bank note, a check, a visa, a label, a passport page or another document to be secured made of security paper. Within the framework of the invention the document of value can also consist of a paper/ foil composite, wherein the access to the area of the security paper carrying the tangible laser marking preferably should be unimpeded, so as to ensure the tactile checkability. This can be effected by the document of value or the security paper having a foil only on the side facing away from the marking, or by leaving blank the marking area in the foil in the form of a window. Here it can be useful to extend the laser inscription beyond the borderline area between paper and foil. Dependent on the inscription parameters used the foil is merely blackened or additionally broken up, so that a further tangible relief is the result.

[31] It also has turned out that the tangible marking can be overprinted without the tactility being lost. If the marking is provided e.g. with a metallic overprint, special light/dark effects are the result, depending on the reflection of the metal-coloured layer. If the printing ink when viewed from a certain viewing angle appears bright due to the specular reflection, then the diffusely scattering, tangible marking can be noticed as a dark information in front of this bright background and vice versa.

[32] Alternatively, the tangible marking can also be overprinted with a printing ink that has the same colour tone as the tangible marking produced with the laser. If for

example for the production of the tangible marking a Nd:YAG laser working in the infrared spectral region is used and the tangible marking has a grey appearance, then this marking can be overprinted with a grey printing ink as to form a camouflage for visibility.

[33] The inventive document of value can have further security features, such as for example a security thread, an optically variable security element, a security print, or machine-readable security features, such as for example luminescent or magnetic substances. In case the document of value has a security thread, the inventive laser marking can be provided in the area of the security thread. In case the security thread is quasi-woven into the document of value as a so-called „window security thread“, i.e. the security thread becomes visible in some places directly on the surface of the document of value, the laser marking can be provided in those intermediate areas, in which the security thread is embedded into the document of value. Alternatively, the marking can extend beyond the foil/paper borderline area as mentioned above, so that the security thread, too, carries a laser marking. A marking of the security thread exclusively in the window area is also possible. The inventive documents of value can also be used for the protection of products of any kind.

[34] According to a special embodiment the inventive tangible marking can be combined with other tactile security elements, such as an intaglio printing. Here it is made use of the different tactilities. The relief produced by the intaglio printing forms a hard or sharp junction to the surroundings, while the inventive marking has a soft junction and a soft, velvety tangible surface.

[35] For example, the tactile intaglio printing marking can constitute the frame for a coloured, not tangible field, which preferably has the same colour as the tactile edge and likewise is produced by means of intaglio printing. If this colour absorbs laser radiation, it is ablated when exposed to the laser and at the same time the tangible laser marking can be formed. The laser marking, however, can also be produced without an ablation of the ink layer. This coloured area additionally can be underlaid with a primer layer, which contains luminescence substances and/ or positively influences the

removal properties of the colour to be ablated and/ or positively influences the durability if the colour not to be removed.

[36] According to a further embodiment the printing ink disposed in the area of the laser marking can have magnetic or conducting properties or can have the form of a light-emitting organic semiconductor layer (OLED). The subsequent laser inscription causes disturbances in the machine-measurable signal of the individual layers, which can serve as a further authenticity feature. These disturbances e.g. can represent individualizing information, such as the serial number. In this way the visible and tangible laser marking is adapted to be checked by machine.

[37] According to a further variant the security paper or document of value can be provided with a coating, which contains carbon black and hollow chamber balls. During the inventive laser inscription the laser radiation is absorbed by the carbon black content and a visible blackening is the result. At the same time the hollow chamber balls expand or are destroyed under the generation of gas, so that a well tangible relief arises. In the blackened area then no more hollow balls are present. However, in the area of the flanks of the laser marking there still exist inflated, not-destroyed hollow balls, which diffusely scatter the light and constitute a contrast to the surroundings. When tilting the document or security paper, additionally a contrast reversal occurs, which is due to the different reflecting properties of the flanks and the areas surrounding the flanks.

[38] According to a special embodiment the document of value has an additional coating in the area of the inventive tangible marking. The laser marking can be present in the area of the coating completely or only partially. This additional coating can be any printed image, such as alphanumeric characters, logos, patterns, guilloches etc., an all-over applied colour layer or lacquer layer or a multilayer security element, such as a diffractively acting structure observable in reflected light. I.e., the coating can be printed, vapor-deposited, sprayed or transferred by transfer method. Preferably, the laser inscription is incorporated into optically variable printed layers, such as printed layers containing liquid-crystalline pigments or interferential-layer pigments, or metallic layers e.g. made of aluminum, silver or gold.

[39] When the coating is transparent for the laser radiation used, upon appropriate selection of the inscription parameters the tangible marking is produced in the security paper therebelow, the said marking at the same time bulging out the coating without destroying it. In case the coating is light-transmitting and the laser marking causes a colour-change in the security paper, the said colour-change is visible in addition to the tangible relief of the inventive marking. If the coating is a coloured printed image or an ink layer, their colour effects can be affected by the marking therebelow, i.e. a colour change of the security paper. In this way a visually noticeable marking differing from the surroundings in colour tone can be produced in a coloured surface beside a tangible marking.

[40] If, however, absorbing coatings are used, which absorb the laser radiation, then before or at the same time with the actual marking of the security paper a partial or complete removal of this coating takes place. In this case, too, the marking is visually noticeable, since in this area the coating was removed.

[41] According to a special embodiment of the invention the coating consists of a multilayer security element applied to the security paper or document of value, for example, in the form of a label or a transfer element. In the simplest case the security element shows the following layer sequence as seen from the viewer's position: a plastic layer, preferably a lacquer layer, a metal layer, such as a thin aluminum layer, and an adhesive layer for fastening the security element to the security paper or document of value. The lacquer layer additionally can have an embossing, which produces visually observable diffractive effects, such as a hologram or any diffraction grating image. When marking with a laser, preferably a Nd:YAG laser, the metal layer is removed area-wise. At the same time the marked security paper bulges out the foil layer structure of the security element, so that the tangible marking is the result. Depending on the selection of the inscription parameters, the lacquer layer of the security element is not removed, hardly removed or completely removed by this operation. When respectively selecting the marking parameters, the security paper at the same time is blackened. This blackening is visible well through the transparent area of the security element from which the metal layer was removed. The marking

parameters can be adjusted in such a way, that the area, from which the metal layer is removed, is larger than the partial area provided with a tangible marking.

[42] Since the tactilely detectable laser-marked area in this embodiment is surrounded by an extremely smooth area, the tactility of the security feature is additionally increased.

[43] The tactile detectability of the security feature can also be improved by calendering the substrate before laser-marking it. Thereby the security feature is produced in particularly smooth surroundings.

[44] The production of a tangible marking by means of a laser, however, works better with rough surfaces, i.e. so as to be able to achieve a certain relief height, with rough surfaces less laser energy is necessary.

[45] According to a further embodiment the security paper or document of value can also be exposed to the laser irradiation from the surface opposing the foil element. In this way the tangible marking is produced on the surface facing the laser. At the same time the metal layer of the foil element is ablated in the exposed area, so that the marking is visible also on the side of the foil element. Therefore, a kind of see-through register is the result.

[46] According to a special embodiment the fibrous substrate of the document of value at least in a partial area of its surface is marked by means of laser radiation in such a way, that the fibers in the laser-marked partial area tangibly jut out over the surface of the substrate, so as to thereby constitute a tactilely detectable security feature.

[47] The fibers of the security paper in the surface area usually run mainly in parallel to the surface of the security paper and are kept in this position by the sizing. Upon laser radiation the fibrous composite is broken up and single fiber ends are detached from the composite, so that the fibers due to their internal stress jut out over the substrate surface. Preferably, these fibers constitute a netting, which juts out over the substrate surface, this netting forming the tangible marking.

[48] As particularly suitable fibrous substrate materials in this connection have proven cotton vellum paper and other cotton security papers, which compared to other papers possess long fibers with high tear strength. These types of paper in general are particularly suitable for security printing. Tests with cotton security paper using a Nd:YAG laser (wavelength 1064 nanometer) have lead to particularly good results, as already explained in detail.

[49] In this embodiment of the invention, too, a coating on the surface of the substrate can be provided, through which the laser marking is effected. According to a first variant the coating is vaporized by means of laser radiation and the fiber structure of the fibrous substrate therebelow is broken up, so that the fibers jut out over the substrate surface. The coating can be, for example, a foil, in particular a hologram foil. The tactilely detectable, laser-marked partial area in this case is surrounded by an extremely smooth area, as a result of which the tactile detectability of the security feature is improved.

[50] According to a second variant the coating consists of a layer not absorbing the laser radiation, in particular an areal print or a pattern print, such as for example a guilloche pattern. Such printed ink layers regularly are so thin, that by breaking up the fiber structure therebelow they break up, too, so that the fibers of the substrate again tangibly jut out over the substrate surface.

[51] The not-absorbing layer can further be a surface-smoothing, in particular transparent, thin lacquer layer, which likewise is broken up by the fibres detached from the fiber structure. This variant, too, is characterized by an improved detectability of the tactile security feature within smooth surroundings.

[52] As not-absorbing layer every thin coating is suitable, which upon the break-up of the fibrous composite is broken up by erecting fibers, irrespective of whether the coating is printed, vapor-deposited or sprayed.

[53] It is particularly advantageous to admix additives to the not-absorbing layer, for example luminescence substances, which are visible only under special conditions, or which are only noticeable in the not-visible wavelength range, in particular in the

UV region. Thereby, in addition to the tactilely detectable security feature a further security feature is integrated into the document of value in a particularly advantageous fashion, since due to the erecting fibers of the substrate and the break-up of the not-absorbing layer a particular contrast is achieved compared to the area of the not-absorbing layer surrounding the laser marking, which can be detected visually or with appropriate check devices.

[54] According to a special embodiment the laser marking also leads to a colour change or a colour alteration of the marked partial area, as a result of which a clear increase in contrast for the purpose of checking by the human eye or by an image processing device is achieved.

[55] This colour change is intensified, as explained above, preferably by suitable additives, which can be contained in the fibrous substrate. Depending on the kind of the selected additives the colour change is caused in a thermal way by the energy brought in with the laser radiation or by other wavelength-dependent colour alteration mechanisms. As additives in this example, too, laser iridines of the Merck company are suitable. The thermally produced colour change can be additionally intensified by suitable absorbent substances. When the raised and tactile markings due to a colour alteration of the marked places can also be differentiated visually from their surroundings, this has the advantage that imitations by simple embossing are made more difficult, since the markings in this case would have to be printed in exact register, so as to have the respective colour contrast.

[56] The tactilely perceptible marking can also be formed by an interaction of different mechanisms. The laser radiation alone can cause an inflating of the fibrous substrate or a break-up of the fiber structure. As described, the break-up of the fiber structure leads to a relief structure, which is formed by fibers that jut out over the substrate surface. Depending on the substrate material used or the laser parameters used, the tangible relief can also consist of a combination of the mentioned effects. Here the substrate material is inflated as well as at least partly broken up, so that individual fibers jut out over the substrate surface and form a netting interspersed by hollow spaces.

[57] The step of the laser inscription can be effected at any stage of the manufacturing of the document of value. For example, it can be useful to provide the security paper with a respective marking as early as after the manufacturing in roll form. This in particular will be the case, when the security paper in an endless form is provided with a foil coating, such as a diffractively acting, for example strip-shaped security element, and this security element is to be provided with an inventive marking, as described above.

[58] But preferably, the step of laser marking is effected as one of the last processing steps when producing the document of value. In case the documents of value are printed, for example, in the form of multiple-copy sheets, the laser marking can be effected on the sheet or on the already cut, finished document of value. The latter in particular is useful, when by means of the laser marking a tangible individual information, such as a serial number, is to be produced. If necessary, the lasered information in a last step again can be checked as to its correctness.

[59] One particular advantage of the present invention in view of high security is the fact that the described effect cannot be imitated by simple means. The use of lasers requires large investments and a profound technical know-how, which by far exceeds the level of knowledge necessary for the use of usual printing machines or digital printing apparatuses.

[60] A further advantage of the invention lies in the fact that the laser marking can be effected in a speed typically for printing works in a contactless fashion. In particular each document can be marked individually by, for example, integrating the serial number or another individualizing feature as a tactile security feature into the document of value. Particularly advantageous is an addition of additives, for example luminescence substances, to the coating or at least one of the layers of the coating or of the security element, which are visible only under special conditions or which are noticeable only in the not-visible wavelength range, in particular in the UV or IR region. By this means, additionally to the tactilely detectable security feature, a further security feature is integrated into the document of value.

[61] Furthermore, it is also possible to provide a laser-absorbing coating, which is vaporized, and a not-absorbing layer one on top of the other on the fibrous substrate, the layer to be vaporized expediently being present as uppermost layer.

[62] A further advantage of the invention is to be seen in the fact that with the help of the laser inscription for the first time tangible markings can be provided in the edge area of a document of value, in particular a bank note. Because up until now it was not desired to extend a tactile printed image produced by intaglio printing as far as into the edge area of the individual documents, since the printing operation is effected on the sheet and the cutting tools in this case would become smeared with colour. The inventive tangible marking, however, does not impede the cutting operation, so that the marking can be extended as far as into the edge to be cut. This has the advantage, that the tangible marking is immediately perceived as an authenticity feature, since bank notes mainly are touched at the edge.

[63] With the help of the following examples and additional Figures the advantages of the invention are explained. The described individual features and the embodiments described in the following are inventive when taken alone but also in combination. The examples represent preferred embodiments, to which the invention, however, shall be in no way restricted. The proportions shown in the Figures do not correspond to the dimensions present in reality and primarily serve for the improvement of clarity.

[64] Fig. 1 shows an inventive document of value,

[65] Fig. 2 shows the inventive document of value in cross section along the line A - A,

[66] Fig. 3 shows a variant of the fiber structure of an inventive document of value,

[67] Fig. 4 shows a further embodiment of the inventive document of value in cross section along the line A - A,

- [68] Fig. 5 shows a section of the inventive document of value along the line B - B,
- [69] Fig. 6 shows an inventive document of value with an inventive marking disposed in the edge area,
- [70] Fig. 7 shows a variant of the inventive document of value in cross section,
- [71] Fig. 8 shows a further variant of the inventive document of value in cross section,
- [72] Fig. 9 shows a further variant of the inventive document of value in cross section,
- [73] Fig. 10 shows a further variant of the inventive document of value in cross section,
- [74] Fig. 11 shows a schematic representation of a laser-scanner writing apparatus,
- [75] Fig. 12 shows a schematic representation of a laser inscription apparatus for the inscription of a document of value sheet.

[76] Fig. 1 shows an inventive document of value 1 in the form of a bank note. The document of value 1 according to the invention has a tangible marking 2 in the form of a relief structure, which is produced by the action of a laser beam. The shown example additionally has a security element 3 in the form of a patch, which for example can be a transfer element or a label with diffractively acting structures. Also in the area of the security element 3 is located an inventive tactile laser marking 4. The two laser markings 2, 4 in the shown example are identical in content. Furthermore, the security document has a further information 9, which is applied with the help of any other method, such as e.g. intaglio printing, ink jet or the like.

[77] But the two laser markings 2, 4 can also be designed totally independent of each other or can be connected to each other in a certain way, which forms an additional authenticity feature. In this a way can be checked, whether the security

element 3 in fact belongs to the document of value 1. Furthermore, one or the two laser markings can be connected with regard to any content to a different information disposed on the document of value, such as e.g. the information 9.

[78] Of course, the security element 3 can have any other form. In certain embodiments it can be expedient, that the security element 3 has the form of a strip, which extends across the entire width or along the entire length of the document of value 1. It is also possible to provide merely one of the laser markings 2,4 on the document of value 1. Instead of the security element 3 a different kind of coating can be selected, such as e.g. a lacquer coating or a foil coating, or any printed image.

[79] The document of value 1 beside the inventive tangible laser marking can also have further security features, such as for example a security thread, luminescent, electrically conductive, or magnetic security features.

[80] Furthermore, the document of value 1 not necessarily has to be a bank note, it can be any other document made of paper substrate, such as for example a check, a security label, a visa, a passport page etc. Essential is, that one of the freely accessible components of the document of value consists of a fibrous paper substrate. This, preferably, is a pure cotton fiber paper or a mixture made of cotton and plastic fibers.

[81] Fig. 2 shows a section through the document of value 1 along the line A - A. In the area of the laser marking 2 the paper of value has a tangible raised part 5, which is the result of the action of the laser beam. How much the raised part 5 juts out over the rest of the substrate surface 6, strongly depends on the laser energy used and the relative speed between document of value and laser beam during the inscription process.

[82] The actual fiber structure in the marked area also strongly depends on the inscription parameters and the paper substrate used. With a paper made of cotton fibers, which is provided with a size layer, this size layer together with the calendering of the paper ensures a regular and to a first approximation solid surface.

[83] Fig. 3 shows the surface area of such an inventive security paper 20 made of cotton fibers in the area of the laser marking 2. The entire shown detail of the security

paper 20 is soaked by the size layer, which, however, for reasons of clarity is not shown. The area 61 of the security paper 20 for production reasons has a regular surface. In the area of the laser marking the sized surface is broken up and the fibrous composite is loosened up, i.e. between the fibers 51 hollow spaces 52 are formed which probably is due to the generation of gas. When the laser energy is appropriately high, a relatively wide-meshed netting of cotton fibers 51 is formed, which juts out over the surface 61 of the security paper 2, the cotton fibers 51 still being covered by the size layer.

[84] Since the tangible raised part 5 can have a completely different appearance when using a different paper composition, the inventive tangible marking is merely schematically shown as a raised area 5.

[85] In Fig. 4 likewise a section through the document of value 1 along the line A - A is shown. Here, however, by the action of the laser beam beside the raised part 5 was produced a colour alteration, in particular a blackening 7, of the document of value material. Whether and how deep the colour alteration or blackening 7 is present in the document of value material 1, also strongly depends on the inscription parameters and the composition of the security paper used for the document of value 1.

[86] Fig. 5 shows a section through the document of value 1 along the line B - B. In this case in the area of the laser marking 4 is disposed a coating in the form of a security element 3, the security element 3 consisting of a transfer element. The transfer element is fastened to the document of value 1 by means of an adhesive layer 31. Between the adhesive layer 31 and a plastic layer, in particular lacquer layer 33, is located a metal layer 32. This metal layer 32 is missing in the area of the laser marking 4. During the inscription process with the laser the metal layer 32 is vaporized and/ or disintegrated and is no longer visible. The colour alteration 7 caused by the laser inscription, therefore, is visible through the lacquer layer 33 and the adhesive layer 31. The inscription parameters can be adjusted in such a way, that the area, in which the metal layer 32 is removed, is larger than the partial area provided with the tangible marking. Thus the visible colour alteration or blackening produced by the laser is surrounded by a transparent area.

[87] In the shown example the plastic layer 33 and the adhesive layer 31 are hardly damaged or not damaged by the laser. Depending on the inscription parameters used, one layer or the two layers can be removed partially or completely.

[88] Instead of with the transfer element the fibrous substrate can be equipped with a transparent or pigmented ink layer. Essential in this connection is that the ink layer does not absorb the laser radiation used for the laser marking. The ink layer can be applied to the substrate in any fashion, for example by printing. Particularly advantageous is an ink layer, which renders a smooth impression of the substrate surface. Within this meaning the term „ink layer” also includes a dirt-repellent, optionally transparent, coating or protective lacquer coat.

[89] Since the ink layer does not absorb the laser radiation used, the absorption of the laser energy does not take place until in the substrate layer. In this way the raised part 5 is produced the substrate, so that a tangible marking within the ink layer is the result.

[90] Preferably, the not-absorbing ink layer contains dyes, which only under certain conditions become visible, such as for example luminescence dyes, or which possess properties, which are not visible for the human eye, for example substances shining in the infrared region or in the UV region.

[91] The ink layer has not to be applied all-over. It can also be a colour pattern, in particular one of the guilloche patterns often used in security printing. The only requirement is that the ink layer of the pattern is to a far extend transparent for the laser radiation used.

[92] Fig. 6 shows a further embodiment of the inventive document of value 1 in a top view. In this case the tangible marking 2 extends as far as into the edge area of the document of value 1. Since the bank notes, when manually processed but also in normal payment transactions, mainly are touched at the edge, the arrangement of the tactile security element in the edge area has the advantage, that the security element can be checked very simple and fast. Other tactile authenticity features, such as for example a tactile intaglio printing, cannot or only with difficulties be disposed in the

edge area of the document of value 1, since the documents of value are printed in sheets with several copies and subsequently are cut into the single copies. When disposing the intaglio printing element in the edge area, however, there exists the danger of the cutting tools becoming smeared with colour while cutting the sheets into single copies.

[93] Fig. 7 to 10 show different embodiments of the tactile laser marking 2 in a single-layer security paper 100.

[94] In Fig. 7 different laser parameters, in particular laser energies, are used, so as to produce a tangible saw-tooth relief 25. This embodiment has the advantage that depending on the stroking direction it feels different when stroking from the left to the right compared to stroking from the right to the left. This feature can be used as an additional security feature. The different laser energies used also lead to a different blackening effect, which is visually noticeable. The individual saw teeth thus have different shades of grey.

[95] In Fig. 8 a security feature is described, which consists of a combination of a tactile intaglio printing element and an inventively produced tangible laser marking. In the shown example the tangible intaglio printing marking 26 forms an edge area enclosing the tangible laser marking 27. In intaglio printing the security paper 100 is pressed into the intaglio printing plate, so that the paper is formed in this area. At the same time the paper receives the ink 28 in the embossed area. The tactile effect of the intaglio printing marking 26, therefore, results from the embossing as well as the high inking 28 in the embossed area. This kind of marking forms steep flanks, and as a hard, abruptly sloping element in terms of tactility it can be distinguished very well from the soft, nearly velvety laser marking 27.

[96] In Fig. 9 a security paper is shown, which in a first step was printed with coloured line patterns 30, 31. Subsequently, the borderline area between the printed lines 30, 31 is inventively inscribed with the help of a laser, so that a tangible relief is the result. By the bulging out of the security paper in the area 5 the lines 30, 31 are shifted onto the flanks of the raised areas 5. This combination of printed lines 30, 31 and raised areas 5 forms an optically variable security element, which dependent on

the viewing direction renders different visual impressions. If, for example, the lines 30 are lines with a first colour and the lines 31 are lines with a second colour, and when viewed from an oblique angle from the left, merely the coloured lines 31 of the second colour will be noticeable. The security element, therefore, appears in this second colour. The lines 30 due to the shadowing effects are not noticeable. When viewed from an oblique angle from the right, however, the lines 31 are shadowed, so that ideally merely the coloured lines 30 are noticeable. The security element thus appears in the first colour. Here the printed and lasered lines not necessarily have to form an exact raster; it is sufficient, when the effect is formed by a part of the printed lines.

[97] Fig. 10 shows a further embodiment of the inventive security element 100. In this example on a surface of the security paper 100 a security element 3 is disposed as already described in connection with Fig. 5. This security element consists of an adhesive layer 31, a diffraction structure 34 and a reflection layer 32 and a protection layer 33. This security paper 100 on the opposite surface is provided with an inventive laser marking 2. Here the laser energy and the other laser parameters are adjusted in such a way, that a raised marking 5 is formed and at the same time the originally continuous metalization 32 of the security element 3 in the area exposed to the laser is destroyed. I.e., the security element 3 in the area exposed to the laser radiation is transparent, so that the blackening produced at the same time as the raised marking 5 is visible through this transparent area. In contrast to the example shown in Fig. 5 the inventive raised part 5, however, is located on the side opposite to the security element 3 and is practically not tangible on the surface of the security element 3.

[98] The embodiments can also be combined with each other by disposing the ink layer on the surface of the substrate and then a foil material thereabove. At first the foil material is vaporized with the laser, and the ink layer located below the foil is uncovered. By further action of the laser the tangible marking 5 emerges in the substrate, as explained above.

[99] When the foil material has the form of an opaque foil, for example a metalized plastic foil, the laser marking 5 also produces a clearly visible contrast which is due to the ink layer located therebelow that has been uncovered.

[100] In case in the area of the laser marking an ink layer is disposed, the fibers jutting out over the substrate surface produce a clear contrast compared to the surroundings, which is detectable with suitable check devices. This effect therefore is suitable for the automatic testing by machine.

[101] Fig. 11 schematically shows a laser scanner, with which a substrate 10 is provided with a laser marking 11. The substrate 10 can be a ready cut document of value, a sheet with several copies of a document of value or a security paper in an endless form.

[102] A laser beam 12 is deflected via two mirrors 13, which are driven by galvanometer 14, one mirror 13 being responsible for the x- and the other mirror 13 for the y-direction. In a plane field lens 15 the laser beam 12 is focussed onto the surface of the substrate 10 and produces the marking 11. The substrate 10 is adapted to move with the speed v during the marking process. This speed v is recorded by the sensors and transmitted to a computer, so as to control the galvanometer 14 via the computer in such a way that the speed v is compensated. This marking method, therefore, can be employed particularly advantageous for a contactless marking of documents of value, which, as usual in printing works, are processed in a high-speed fashion.

[103] The substrate 10 can also be marked by other methods, for example, by means of a matrix of point-shaped exiting laser beams or by means of beams of a larger profile, which are partially covered by a template. Such templates can be designed as to be automatically variable. In case a respective movement of the radiation according to the speed v is not possible or not desired, the moving substrates can be marked with a short exposure time. A beam control by polygonal mirrors is also possible.

[104] As radiation sources CO₂ lasers, Nd:YAG lasers or other laser types are possible depending on the lasered substrate, for example also those lasers, which are adapted to work with double or triple frequency just as Nd:YAG lasers.

[105] By a variation of the inscription parameters, such as for example laser power, exposure time, working mode of the laser etc. the marking results can be varied. I.e. the raised parts produced by the laser can be respectively varied in their height.

Preferably, the tangible marking has a height of 30 to 100 μm . Furthermore, it is necessary to adjust the composition of the paper to the laser radiation or laser power used.

[106] The markings for example are carried out with a Nd:YAG laser, the fundamental wavelength of which is 1064 nanometer and which has an average power of 26 W and a modulation frequency of 8 kilohertz. The diameter of the laser beam impinging on the substrate (spot dimension) measures about 100 μm and the traverse speeds of the laser beam over the substrate lie between 250 and 1000 millimeter per second. The typical height of an inventive marking produced therewith ranges between 30 and 80 μm . In individual cases, i.e. in particular with low traverse speeds, clearly greater values were achieved, for example, a height of more than 100 μm at 250 millimeter per second. The width of the markings can vary between 0.2 and 0.6 millimeter.

[107] For a calendered cotton vellum paper with a density of 90 gram per square meter, for example, at an inscription speed of 330 millimeter per second tangible markings with an average relief height of 70 μm and a line width of about 500 μm are the result. With an inscription speed of 675 millimeter per second, however, the highest achievable relief height merely is 40 μm with the same line width.

[108] For a paper made of a mixture of cotton and plastic fibers with a plastic fiber proportion of 12.5 wt.% and a weight per unit area of 90 gram per square meter (so-called Synthek paper) the dimensions of the marking produced with 250 millimeter per second are 65 μm average height and about 0.5 millimeter average width. When increasing the traverse speed to 1000 millimeter per second, the dimensions are 35 μm average height and 0.3 millimeter average width.

[109] Fig. 12 shows an embodiment of the inventive apparatus, in which a sheet is simultaneously provided with inventive markings with the help of a multitude of lasers. In the shown case the sheet has six columns and six rows, i.e. on this sheet 36 single copies of documents of value are disposed. For each column a laser tube is disposed above the printing sheet, the said laser tube providing the single copies disposed in the respective column with the inventive marking. With the help of this

arrangement the throughput can be strongly increased, because one single laser beam needs not to be moved over the entire printing sheet, and instead only one movement in parallel to the columns of the printing sheet is required. The inscription of the individual copies is effected via a deflection of the laser radiation by means of mirrors, which in the shown example are not represented. Additionally, the lasers can be provided with a scanning head 43.

Amended Patent Claims

1. Document of value, such as for example bank note, which has a security paper, which has at least one tangible marking in the form of a relief structure, which is produced by means of a laser.
2. Document of value according to claim 1, characterized in that the document of value in the area of the tangible marking has a visually noticeable colour alteration.
3. Document of value according to claim 1 or 2, characterized in that the security paper in the area of the tangible marking is blackened.
4. Document of value according to at least one of claims 1 to 3, characterized in that the colour alteration is produced with the laser.
5. Document of value according to at least one of claims 1 to 4, characterized in that the tangible marking has a relief height of 30 μm to 100 μm , preferably between 30 μm to 80 μm .
6. Document of value according to at least one of claims 1 to 5, characterized in that the security paper contains additives at least in certain areas, which intensify the colour alteration and/ or relief formation.
7. Document of value according to at least one of claims 1 to 6, characterized in that the security paper contains at least proportions of fibers of annual plants, such as cotton, linter, flax.
8. Document of value according to at least one of claims 1 to 7, characterized in that the security paper includes a mixture of cotton fibers and plastic fibers.
9. Document of value according to at least one of claims 1 to 8, characterized in that the relief structure of the marking has different relief heights and/or degrees of blackening.

10. Document of value according to at least one of claims 1 to 9, characterized in that the tangible marking is present in the form of alphanumeric characters, bar codes, patterns or microwriting.
11. Document of value according to at least one of claims 1 to 10, characterized in that several tangible markings are present on the document of value.
12. Document of value according to at least one of claims 1 to 11, characterized in that several tangible markings are present on the document of value that are connected to each other with regard to content.
13. Document of value according to at least one of claims 1 to 12, characterized in that the tangible marking is connected to a different information on the document of value with regard to content.
14. Security paper for documents of value, such as bank notes, ID cards, which has at least one tangible marking in the form of a relief structure, which is produced by means of a laser.
15. Document of value or security paper according to at least one of claims 1 to 14, characterized in that the document of value or security paper has a coating and that the tangible marking is at least partially disposed in the area of this coating.
16. Document of value or security paper according to at least one of claims 1 to 15, characterized in that the coating is a multilayer security element.
17. Document of value or security paper according to claim 16, characterized in that the security element has at least one plastic layer and one metal layer, at least the metal layer at least in the area of the tangible marking being removed by the action of the laser.
18. Document of value or security paper according to claim 17, characterized in that the plastic layer has a diffraction structure.

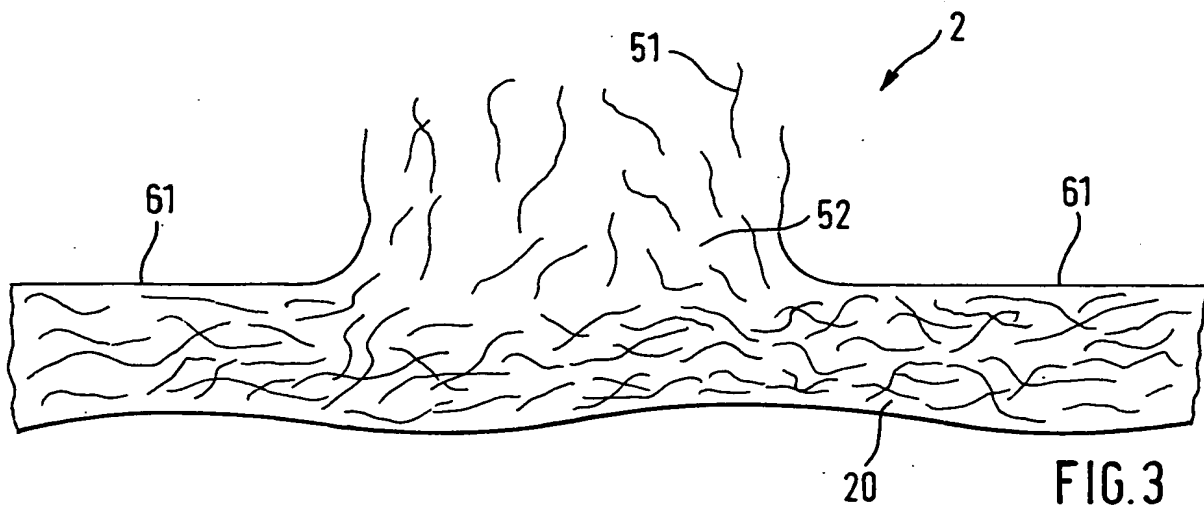
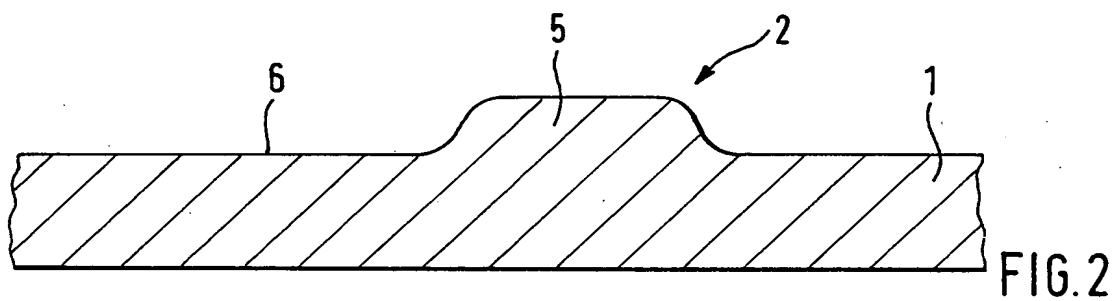
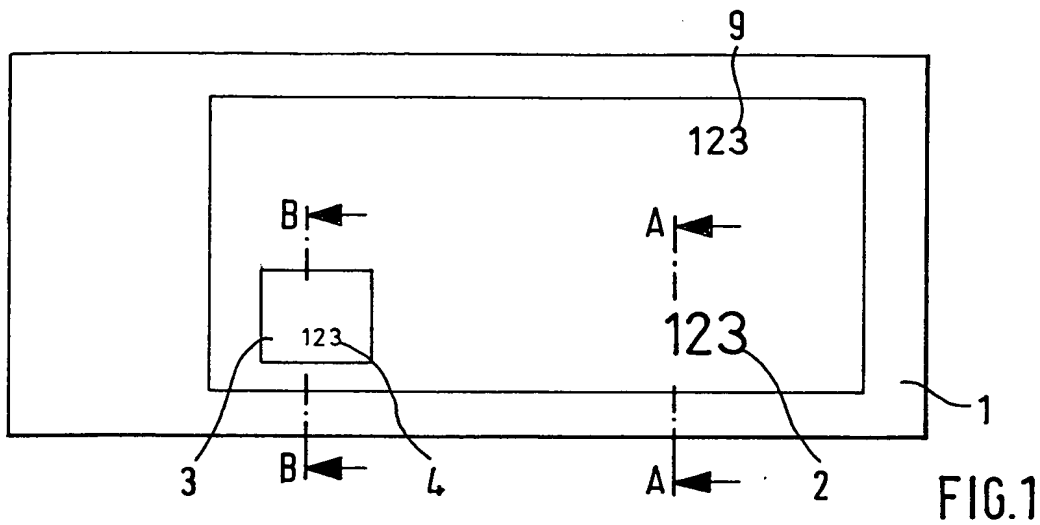
19. Document of value or security paper according to claim 17 or 18, characterized in that the area, in which the metal layer is removed, is larger than the area provided with a tangible marking.
20. Document of value or security paper according to at least one of claims 1 to 19, characterized in that the document of value or security paper has a junction between paper and foil and that the tangible marking extends beyond the paper/foil borderline area.
21. Document of value or security paper according to at least one of claims 1 to 20, characterized in that the coating is a print.
22. Document of value or security paper according to claim 21, characterized in that the print and the tangible marking are disposed to each other in such a way, that an optically variable element is the result.
23. Document of value or security paper according to at least one of claims 1 to 21, characterized in that the document of value or security paper has a multilayer form.
24. Method for producing a tangible marking in a document of value, such as for example a bank note, which includes a security paper characterized in that the security paper is exposed to the radiation of a laser, and that the inscription parameters of the laser and the composition of the security paper are adjusted to each other in such a way, that the result is the tangible marking in the form of a relief structure.
25. Method according to claim 24, characterized in that the inscription parameters are selected in such a way, that in addition to the tangible marking a visually noticeable colour alteration of the security paper is the result.
26. Method according to claim 24 or 25, characterized in that the security paper is blackened by the laser radiation in the area of the tangible marking.

27. Method according to at least one of claims 24 to 26, characterized in that the inscription parameters of the laser are adjusted in such a way, that different relief heights and/ or degrees of blackening in the security paper are the result.
28. Method according to at least one of claims 24 to 27, characterized in that a coating is applied to the document of value or security paper before the inscription with the laser, and the tangible marking is at least partially produced in the area of this coating.
29. Method according to at least one of claims 24 to 28, characterized in that as a coating a multilayer security element is applied with the help of the transfer method.
30. Method according to at least one of claims 24 to 29, characterized in that a Nd:YAG laser is used.
31. Method according to at least one of claims 24 to 30, characterized in that the inscription with the laser is effected in a high-speed fashion as usual for security printing works.

A b s t r a c t

The invention relates to a document of value, such as e.g. a bank note or the like, which has a security paper. In the security paper at least one tangible marking in the form of a relief structure is produced by means of a laser.

1/5



2/5

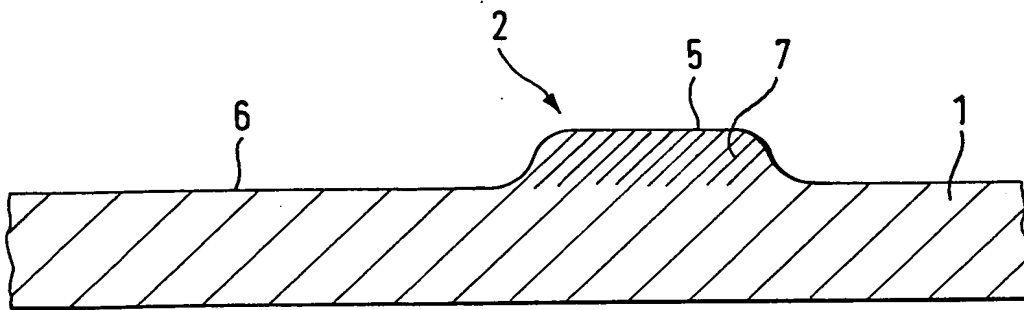


FIG. 4

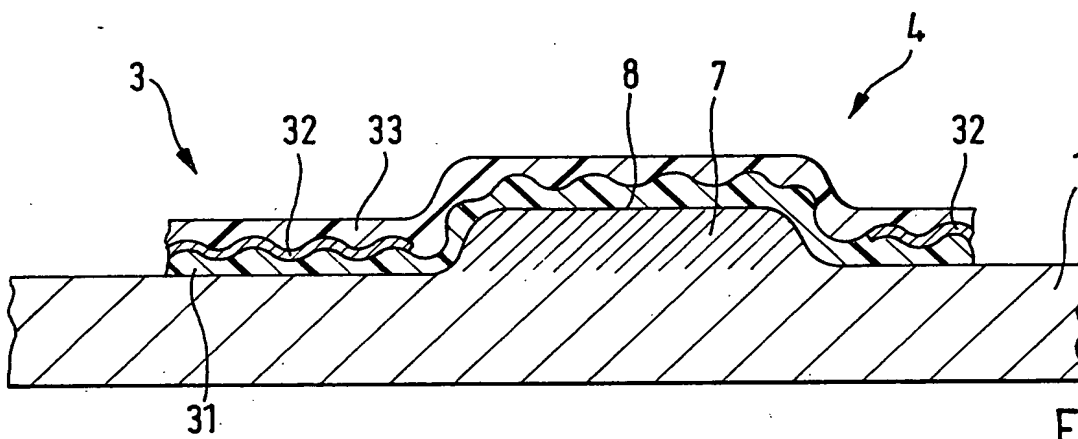


FIG. 5

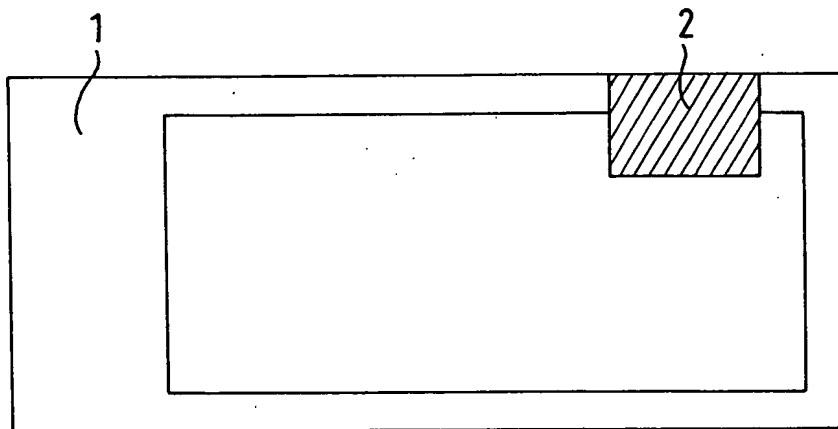


FIG. 6

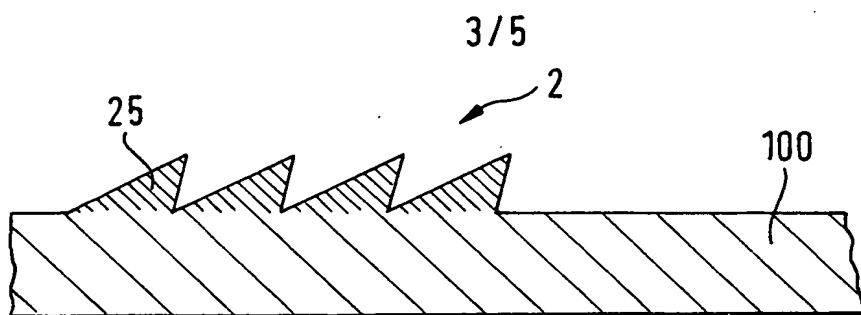


FIG. 7

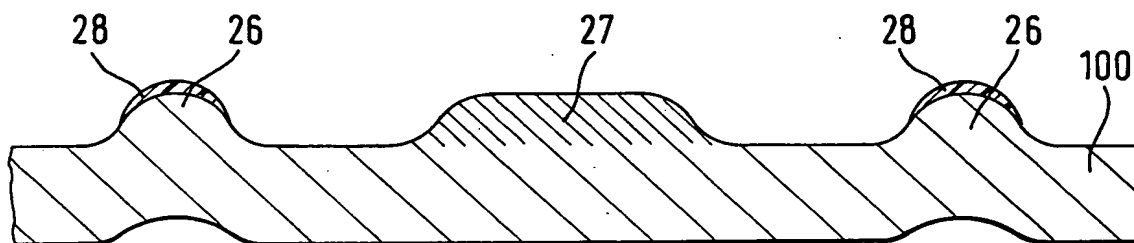


FIG. 8

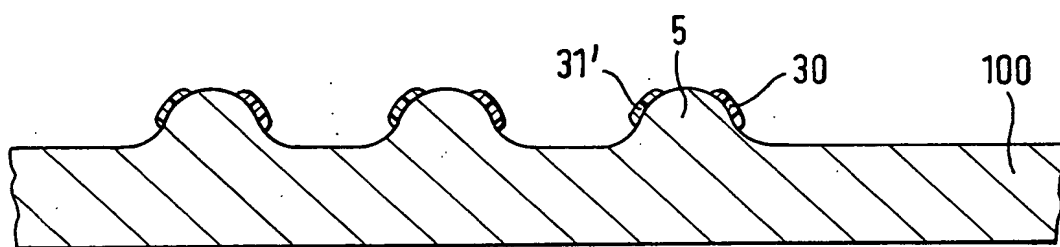


FIG. 9

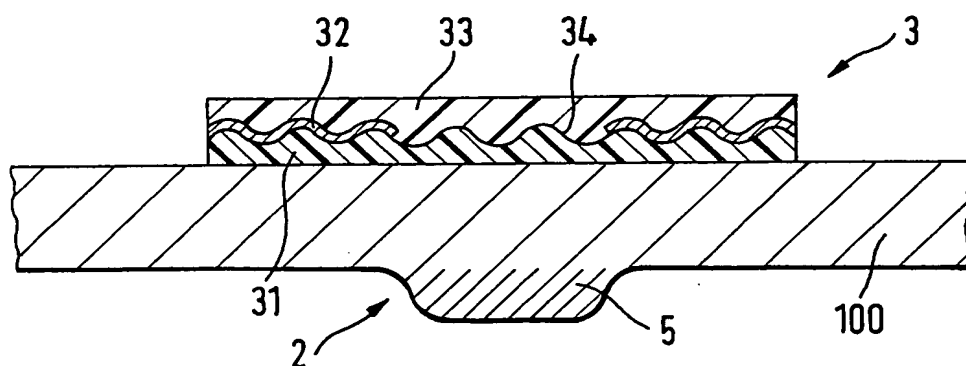


FIG. 10

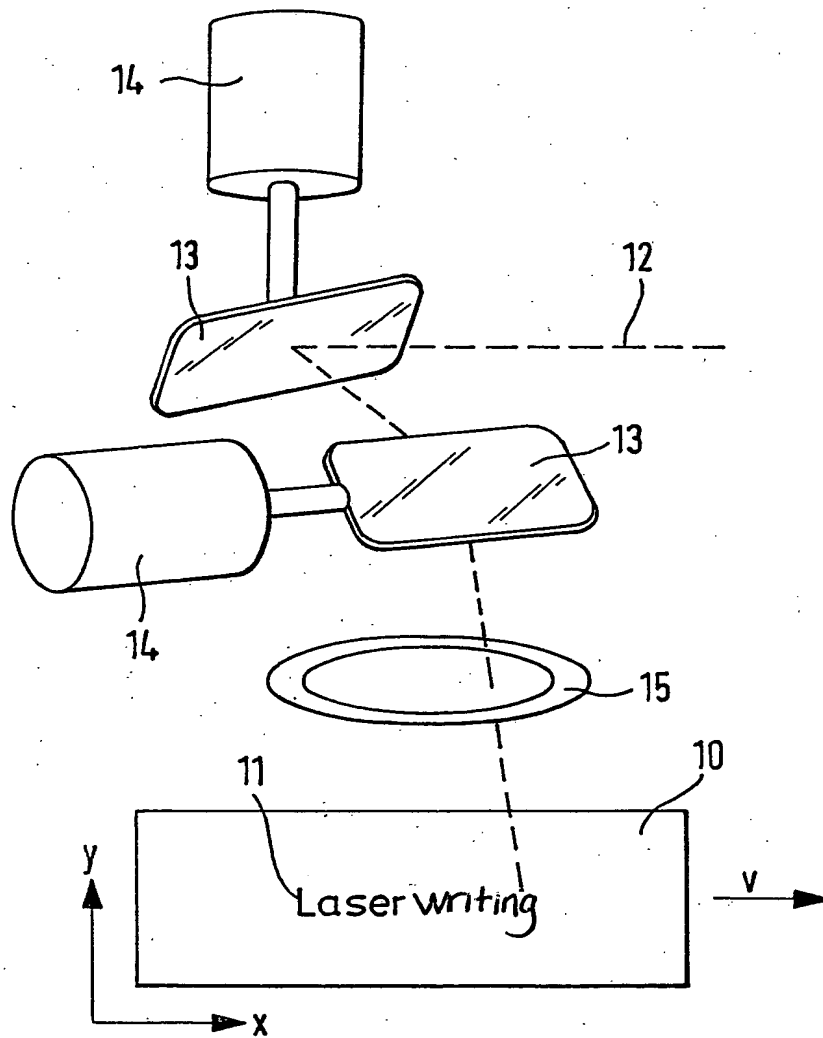


FIG.11

